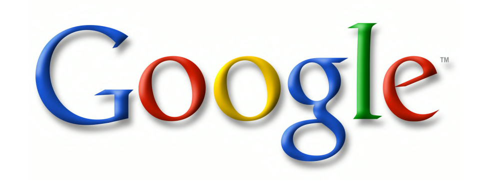


ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DU Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

DIRECTEUR JUVÉNAL DERÔME

Pierres et Matériaux Artificiels de Construction

PAR

ALBERT GRANGER



PARIS, O. DOIN ET FILS, ÉDITEURS



Octave DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon, Paris.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE
DES INDUSTRIES CHIMIQUES

Directeur : JUVÉNAL DERÔME

Professeur agrégé des Sciences Physiques au Collège Chaptal,
Inspecteur des Etablissements classés.

Le développement des industries chimiques est l'un des facteurs économiques les plus importants de la société moderne, et les progrès réalisés par ces industries ont souvent amené de véritables révolutions commerciales. La soude, par exemple, qui, préparée en 1860 par le procédé Leblanc, valait 650 francs, tomba subitement à 280 francs la tonne quand apparut le procédé Solvay. De même le kilogramme d'aluminium qui, préparé par Henri Sainte-Claire Deville, valait, en 1854, 3000 francs, se vend aujourd'hui environ 3 francs, grâce aux méthodes nouvelles de l'électrochimie. Enfin est-il besoin de rappeler que la découverte de l'alizarine, par Grœbe et Libermann a profondément troublé le commerce des départements français producteurs de garance ? Les procédés les plus classiques eux-mêmes se transforment, et les vieilles chambres de plomb de l'acide sulfurique risquent de disparaître pour faire place au procédé dit *de contact*.

Ce n'est pas toujours sans luttes que se font ces transformations : le four électrique semblait appelé, il y a quelques années, à remplacer très rapidement, en métallurgie, même

le haut fourneau, et déjà l'on entrevoyait l'époque où les grosses usines métallurgiques déserteraient, dans une certaine mesure, les pays de houille noire pour ceux de houille blanche ; mais voici que de nouvelles études apprennent à mieux utiliser l'énergie calorifique des hauts fourneaux, voici que la production économique de l'oxygène industriel semble pouvoir permettre bientôt de réduire le volume de ces colosses de la métallurgie, et, mettant mieux leurs services à la portée de l'industrie de moyenne puissance, paraît devoir retarder la transformation entrevue.

Mettre au point l'état actuel des procédés utilisés dans les diverses branches de l'industrie chimique, tel est le but de cette Bibliothèque. Elle s'adresse, en tout premier lieu, aux industriels, qui, plus que jamais, ont besoin de véritables connaissances encyclopédiques pour s'assurer le succès. La clientèle, de plus en plus gâtée par les conquêtes de la science, a des désirs de plus en plus impérieux : pour les comprendre, les réaliser, les développer, il ne faut pas seulement connaître *une* industrie, il faut être familiarisé avec les méthodes et les progrès des industries voisines. Pour gagner du temps, il faut savoir choisir, parmi les procédés d'analyse, ceux qui sont les plus rapides et les plus sûrs. Pour créer, enfin, il faut avoir des vues d'ensemble sur l'enchaînement naturel et logique des différentes industries.

Souvent aussi il est utile de se souvenir des choses momentanément tombées presque dans l'oubli, et que tout à coup le perfectionnement d'un détail ramène au premier plan : n'est-ce pas le cas de cette préparation de l'acide sulfurique par le procédé de contact que nous citions plus haut ? Dès 1831, Philips l'entreprend, mais il y renonce parce que la mousse de platine qu'il emploie se trouve rapidement hors d'usage ; en 1838, Kuhlmann n'est pas plus heureux ; ce n'est qu'en 1875 que M. Winckler réalise avec succès cette préparation industrielle : il lui avait suffi de commencer par purifier les

gaz, air et anhydride sulfureux, avant leur passage sur la mousse de platine !

C'est aux divers desiderata précédents que répondront les livres de cette Bibliothèque : les différentes méthodes de transformation des matières premières, dont l'origine aura été soigneusement indiquée, y seront l'objet d'une critique scientifique serrée, tous les brevets dignes d'intérêt y seront analysés, les conditions économiques y seront discutées ; une très complète étude bibliographique terminera tous les ouvrages.

Nous espérons qu'ils ne seront pas lus seulement par les industriels, et que tous les chimistes, quelles que soient leur origine et leurs attaches, s'y intéresseront. N'y a-t-il pas nécessairement un étroit lien entre la chimie pure et la chimie appliquée ? Que de perfectionnements furent amenés par les études de chimie pure ! Boussingault, par exemple, pour extraire l'oxygène de l'air, transformait au contact de l'air, à 600°, de la baryte en bioxyde de baryum, qu'il ramenait ensuite à l'état de baryte en le portant à 800° ; mais la baryte résiste mal à ces alternatives de température, et s'effrite : les frères Brin, utilisant un autre résultat de l'étude faite, en chimie pure, des lois de la dissociation, ont transformé le procédé Boussingault, qui ne donnait pas un bon rendement, en un procédé vraiment industriel, en faisant intervenir les variations de pression de l'oxygène au-dessus de la baryte maintenue à température constante.

Par contre combien souvent les besoins de la chimie industrielle n'ont-ils pas orienté le courant des études théoriques ? N'est-ce pas l'espoir de produire soit de nouvelles matières colorantes, soit de nouveaux parfums, qui a conduit tant de chercheurs vers la chimie organique ?

L'abîme que l'on dit quelquefois exister entre l'usine et le laboratoire de chimie pure n'est donc qu'un fossé artificiel. C'est pour travailler à le combler un peu que nous avons tenu à choisir nos auteurs à la fois parmi les industriels directe-

ment spécialisés et parmi les chimistes de laboratoire que leurs études rendent particulièrement compétents dans le domaine de la chimie appliquée.

On verra dans la liste ci-dessous que chacun des grands chapitres de l'industrie chimique constitue, dans notre publication, un volume ; cela permettra, par des réimpressions opportunes, de toujours maintenir cette Bibliothèque au niveau des derniers progrès de la Science.

Les volumes seront publiés dans le format in-18 jésus cartonné ; ils formeront chacun 350 pages environ avec ou sans figures dans le texte. Le prix marqué de chacun d'eux, quel que soit le nombre de pages, est fixé à 5 francs. Chaque volume se vendra séparément.

Voir, à la fin du volume, la notice sur l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE, pour les conditions générales de publication.

TABLE DES VOLUMES
ET LISTE DES COLLABORATEURS

*Les volumes publiés sont marqués par un**

1. **Les industries des gaz de l'air et de l'eau**, par R. J. Lévy, Licencié ès sciences, Chimiste diplômé de l'Institut de Nancy.

*2. **L'Eau dans l'Industrie (Applications et Purification)**, par G. Bourrey, Ingénieur Chimiste des Chemins de fer de l'Etat.

3. **Charbons naturels et artificiels**, par J. Leroide, Licencié ès sciences, Sous-chef des Travaux pratiques à l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris.

4. **Les Combustibles gazeux et leurs sous-produits**, par J. Leroide.

5. **Les Petites Industries des Métalloïdes (Soufre, sulfites, hydro et hyposulfites ; sulfure de carbone ; — anhydride carbonique ; — brome et iode : — borax et acide borique).**

6. **L'Industrie des Acides Minéraux, (SO^4H^2, AzO^3H, HCl)**, par E. Baud, Maître de Conférences à la Faculte des Sciences de Marseille.

7. **Chlore, Hypochlorites et Chlorates**, par E. Rengade, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, Secrétaire du Dictionnaire de Würtz.

8. **Sodium, Soude et Sels de Soude**, par G. Darzens, Agrégé de Physique, Répétiteur à l'École Polytechnique, Inspecteur des Établissements classés.

*19. **Industries des Métaux Secondaires et des Terres Rares**, par P. Nicolardot.

20. **Chaux, Ciments, Plâtre et Mortiers**, par E. Lemaire, Ingénieur des Arts et Manufactures.

*21. **Pierres et Matériaux artificiels de Construction**, par A. Granger, Docteur ès sciences, Professeur à l'École d'application de la Manufacture de Sèvres.

22. **La Poterie**, par A. Granger.

23. **La Verrerie.**

24. **Couleurs minérales et Émaux**, par L. Vezien, Ingénieur Chimiste, Licencié ès sciences (École de Physique et Chimie) et A. Boileau, Ingénieur Chimiste.

25. **Composés ammoniacaux et cyanures**, par E. Vallée, Ingénieur Chimiste.

26. **Industries des Acides organiques et Industries dérivées. (Distillation des Bois, etc.)**

27. **L'Industrie du Sucre**, par A. Vila, Licencié ès sciences, Attaché à l'Institut Pasteur.

28. **Alcool et Distillerie**, par A. Monvoisin, Chef des travaux à l'École nationale vétérinaire d'Alfort.

29. **Le Pétrole.**

30. **Les Huiles de Graissage**, par F. March, Docteur ès sciences, Chef de la Section des Recherches et Essais des matières végétales au Laboratoire d'essais des Arts et Métiers.

31. **Résines, Huiles Siccatives et Vernis**, par A. Nouvel, Licencié ès sciences, Ingénieur Chimiste.

32 **L'Industrie des Matières Colorantes Organiques**, par A. Wahl, Maître de Conférences de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Lille.

33. **Blanchiment et teinture.**

34. **L'Industrie des Corps gras**, par E. Tassilly, Docteur ès sciences, Chargé de Conférences de Technologie à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

35. **L'Industrie des Os et des Débris Animaux (Colles, Gélatine, Phosphates et Phosphore)**, par L. Vezien.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

du Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

Sécrétaire général : H. PIÉRON, Agrégé de l'Université.

BIBLIOTHÈQUE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

Directeur : JUVÉNAL DERÔME

Professeur agrégé des Sciences Physiques au Collège Chaptal.
Inspecteur des Etablissements classés.

PIERRES ET MATÉRIAUX ARTIFICIELS
DE CONSTRUCTION

PIERRES

ET

MATÉRIAUX ARTIFICIELS

DE CONSTRUCTION

PAR

Albert GRANGER

Docteur ès-Sciences
Professeur à l'École d'application de la Manufacture nationale de Sèvres
Chargé de conférences
à l'École de Physique et Chimie industrielles de la ville de Paris

---

Avec 55 figures dans le texte

PARIS
OCTAVE DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1908

INTRODUCTION

La construction des édifices demande aux matières premières auxquelles elle a recours de répondre à un certain nombre de conditions.

1° La matière doit posséder une solidité suffisante pour supporter sans rupture ni déformation les pressions et efforts de toute nature qui incombent aux éléments d'une construction.

2° La solidité de la matière ne doit pas entraîner une dureté telle que la substance ne se laisse amener à la forme voulue qu'aux prix de grands efforts et, par suite, de frais élevés.

3° Les agents atmosphériques ont une action dégradante plus ou moins rapide sur beaucoup de corps ; il est indispensable que les matériaux de construction ne subissent pas de détérioration pendant leur exposition à l'air.

4° On ne peut employer que des substances dont le prix de revient est peu élevé ; il faut donc recourir seulement aux matières abondantes et d'une manipulation facile.

La nature nous offre un choix suffisant de matières pouvant répondre à ces conditions, mais les gisements qui les fournissent ne sont pas uniformément répartis à la

surface du globe de sorte que si certains pays sont favorisés particulièrement par des amas de calcaire convenable pour la construction, par exemple, d'autres en sont totalement démunis.

En outre, certaines de ces matières naturelles ne s'extraient et ne se travaillent qu'avec difficulté. Les nécessités de la vie ont amené les hommes à fabriquer des matériaux offrant les mêmes avantages que les pierres naturelles; ces matériaux portent le nom de pierres artificielles.

Les matériaux de construction artificiels sont donc sûrs de trouver des débouchés dans certaines régions si leur prix n'est pas trop élevé par rapport à celui des matériaux naturels amenés sur place. De plus ils présentent certains avantages au point de vue du façonnage.

La pierre se trouvant en amas demande à être débitée avant l'emploi, puis à être amenée à une forme déterminée pour faire partie d'une construction. Il y a donc dans le prix de revient d'une pierre une portion afférente de main d'œuvre qui n'est pas négligeable et qui devient très importante quand la pierre ne se bornant plus à prendre une forme de solide géométrique devient élément décoratif.

La technique des matériaux artificiels offre de sérieux avantages à ce point de vue. Alors que pour les pierres existant toutes formées dans la nature le travail de façonnage se fait sur la matière à son état définitif; dans la fabrication des matériaux de constructions artificiels on prépare d'abord une composition que l'on moule à la forme désirée et qui n'acquiert sa dureté qu'après le façonnage.

Les procédés proposés pour la confection de masses pouvant être employées avantageusement dans la construction sont fort nombreux et il est assez difficile d'en faire une classification.

Nous les étudierons en les ramenant à un certain nombre de types basés sur la nature de la matière qui sert de lien aux particules. Dans tout aggloméré, en effet, la matière servant à former le corps n'a qu'à présenter de la dureté, alors que l'agglomérant est la clé du façonnage.

Voici l'ordre que nous suivrons dans cette étude.

I. *Pierres artificielles obtenues par cuisson :*

En exposant certaines matières à une température élevée on provoque en leur sein des réactions qui les transforment.

1) La terre cuite, sous forme de brique nous fournit l'exemple le plus caractéristique.

La matière première est à base de silicate d'aluminium hydraté. Cette substance est plastique, ce qui permet de la façonner après addition d'eau. La matière, moulée et séchée, est portée à une température suffisante pour amener la déshydratation du silicate et transformer ce corps en un silicate anhydre résistant et ne pouvant plus revénir à l'état plastique.

2) Matériaux provenant de l'agglomération d'une matière contenant des éléments fusibles.

a) Les grains sont simplement collés.

b) La masse subit une vitrification plus ou moins complète.

Les grès, les porcelaines et les verres appartiennent à ce groupe.

Dans les premiers la masse est vitrifiée, mais opaque ; dans les seconds la silicatisation est complète et la matière est transparente.

II. *Pierres artificielles obtenues par hydratation suivie de carbonatation ou silicatisation.*

Si l'on introduit dans une composition une matière capable de se combiner avec l'eau en donnant un corps solide, il est évident que l'on aura, en ajoutant au mélange de l'eau en quantité convenable, une masse plus ou moins dure. Les mêmes phénomènes peuvent être provoqués par un autre agent. L'acide carbonique qui joue un grand rôle dans la solidification des mortiers intervient dans quelques procédés.

Le plâtre, le ciment, les briques silico-calcaires appartiennent à ce groupe de pierres artificielles.

III. *Pierres artificielles agglomérées par réaction chimique sans hydratation.*

IV. *Pierres artificielles agglomérées par des produits organiques ou constituées par des matières de nature organique.*

Le nombre de ces produits est considérable et l'on ne peut guère qu'en faire deux groupes.

1) Pierres agglomérées formées de corps minéraux réunis par un agglomérant organique.

Exemple : les pierres d'asphalte constituées par un sable aggloméré par de l'asphalte.

2) Pierres de nature organique.

Comme type nous pouvons citer : les pierres en liège aggloméré, en papier mâché, etc.

Il est bien compris du lecteur que dans cette étude forcément un peu courte, vu le nombre de pages qui lui est consacré, nous nous bornerons à examiner les produits qui nous semblent les plus intéressants, en renvoyant au besoin aux ouvrages de la même collection pouvant comprendre comme application une des matières sur laquelle nous nous arrêtons. Il est bien entendu également que nous ne visons ici que les matériaux pouvant entrer dans la construction des édifices d'habitation et non des appareils industriels et que nous n'écrivons pas un traité de fabrication mais une étude.

PIERRES & MATÉRIAUX ARTIFICIELS
DE CONSTRUCTION

CHAPITRE PREMIER

PIERRES ET PRODUITS ARTIFICIELS OBTENUS PAR L'INTERVENTION DE LA CHALEUR PRODUITS CÉRAMIQUES TERRES CUITES ET FAIENCES

TERRES CUITES

1. — La terre cuite est employée comme succédané de la pierre depuis la plus haute antiquité. On voit en effet les briques entrer dans la construction de la plupart des bâtiments anciens, surtout de ceux qui se trouvent dans les plaines de l'Asie, aux environs du Tigre et de l'Euphrate, où l'on suppose que se sont formées les premières sociétés. Nous ne nous attarderons pas sur l'histoire des briques depuis l'antiquité jusqu'à nos jours et nous rappellerons simplement qu'au début on se contentait de les sécher au soleil et que plus tard on reconnut qu'il y avait avantage à les cuire.

Néanmoins la brique crue n'a pas disparu complètement. Dans les pays civilisés on se sert encore, mais rarement, d'argile sableuse mêlée de paille pour faire le *pisé*.

2. **Matières premières.** — La brique, comme tout produit des arts céramiques, est fabriquée à partir d'une matière plastique, c'est-à-dire d'une substance qui, mêlée

à l'eau, fait pâte et devient facilement façonnable. Cette pâte d'argile et d'eau se travaille assez aisément et prend de la dureté en séchant, mais sous cet état elle n'est guère employable car en la soumettant à nouveau à l'action de l'eau on lui rend sa plasticité. Des objets en argile séchée de cet ordre n'auraient donc qu'une résistance très relative, il faut donc leur donner des qualités de résistance plus développées. L'élément essentiel de l'argile est du silicate d'alumine hydraté $2SiO^2.Al^2O^3.2H^2O$ ou *Kaolinite*[1] ; c'est lui qui apporte la plasticité. Il est accompagné presque toujours d'autres matières inertes au point de vue plastique. Ce silicate se déshydrate au-dessus de 700° et perd la propriété, une fois déshydraté, de redevenir plastique en reprenant de l'eau. Si donc vous cuisez à une température suffisante pour transformer le bisilicate dihydraté $2SiO^2.Al^2O^3.2H^2O$ en bisilicate anhydre $2SiO^2.Al^2O^3$, la masse pourra, après avoir subi l'action de la chaleur, être en contact avec de l'eau sans inconvénient pour sa forme et sa résistance puisqu'elle ne pourra plus se ramollir.

Les argiles se présentent avec des états physiques et chimiques très différents. Dans les unes la plasticité est très développée. La matière sèche est tendre, grasse au toucher, facile à polir à l'ongle et happe à la langue. Imprégnée d'eau elle forme une pâte épaisse qui cède sous le doigt et se façonne aisément. Dans d'autres argiles au contraire la plasticité est médiocre. La pâte qu'elles fournissent est courte et peu liante. Les premières argiles sont dites *grasses* et les secondes *maigres*. Les argiles grasses ont en effet l'inconvénient de coller aux doigts et de se détacher difficilement des objets avec lesquels elles sont en

[1] Ceci est vrai pour la plupart des argiles. G. VOGT 1 et A. GRANGER 1.

contact. Nous verrons qu'il est nécessaire de leur ajouter des corps inertes, *dits amaigrissants* ou *dégraissants*, pour ramener la plasticité dans de bonnes limites. Les argiles maigres ne présentent pas ces inconvénients, mais elles ne peuvent supporter l'introduction de corps amaigrissants en quantité un peu notable sans devenir rebelles à tout façonnage.

Les argiles proviennent de la destruction de roches. Comme tous les corps de la nature elles vont donc se présenter sous des états très variés. Les unes, comme les *kaolins*, sont restées sur le lieu même de leur formation, en contact avec la roche-mère dont elles retiennent des quantités plus ou moins grandes. Les autres, *argiles de sédiment*, ont été entraînées et sont allées se déposer plus loin à la suite de phénomènes géologiques. Elles ont rencontré et entraîné dans leurs déplacements des matières étrangères dont elles retiennent des proportions très variables. Aussi la variété des argiles est-elle très grande et leur emploi est-il limité à leurs aptitudes à servir à telle ou telle fabrication.

La terre cuite ne demande pas heureusement des argiles d'une pureté exceptionnelle, aussi, vu la profusion avec laquelle on rencontre l'argile, est-il facile de trouver des argiles convenables pour la confection des terres cuites.

Pour les briques, tout particulièrement, on peut se contenter de terres peu argileuses.

Les terres cuites de construction n'ont pas à subir de températures élevées dans leur cuisson, on peut donc employer à leur usage des argiles souillées de quantités notables de chaux, produits ferrugineux, micacés, etc. pouvant leur donner de la fusibilité à haute température.

De plus comme l'on n'exige pas un manque de coloration dans les produits, la présence de fer qui provoque la teinte rouge ou jaune des terres cuites, suivant la teneur, n'est pas une gêne pour le fabricant.

S'il est nécessaire d'ajouter à la matière argileuse un corps destiné à corriger sa plasticité on s'adressera de préférence au sable. Le sable siliceux que l'on ajoute n'a pas besoin d'être d'une grande pureté ; il peut être coloré par des composés ferrugineux sans inconvénient. Il n'est pas avantageux qu'il soit par trop calcaire.

Au lieu de sable on a utilisé également comme dégraissants d'autres corps tels que des escarbilles, des cendres, par exemple.

I. BRIQUES

3. — Les briques sont des pierres artificielles destinées à suppléer la pierre à bâtir dans la construction. Il faut pour qu'elles soient aptes à remplir les services que l'on exige d'elles que les briques soient suffisamment résistantes au transport et à la pression et qu'elles présentent une forme régulière et sans déchirures. On a adopté pour la brique courante la forme parallélipipèdique. Les dimensions sont en générales choisies de manière à ce que la largeur soit environ le double de l'épaisseur et la longueur le double de la largeur. La largeur est telle que l'on puisse saisir une brique par sa largeur en écartant la main.

Voici les dimensions les plus courantes adoptées par les briquetiers.

France	Format en centimètres
Paris (Vaugirard)	22,0 × 11,0 × 6,0 — 23,0 × 11,5 × 7
Bourgogne . .	22,0 × 11,0 × 5,5
Marseille . . .	21,5 × 10,5 × 5,0 — 21,5 × 10,5 × 7
Nord	22,0 × 10,5 × 6,0
Union céramique	22,0 × 10,5 × 5,5

Le poids moyen est 2kg,500.

Etranger	Format en centimètres
Allemagne (normal)	25,0 × 12,5 × 6,5
Autriche.	29,0 × 14,0 × 6,5 30,0 × 14,5 × 7,0
Belgique (moyen)	19,0 × 9,0 × 5,0
Belgique (Derdeling). . . .	15,0 × 7,3 × 3,8
Danemark	22,0 × 10,5 × 5,2
Grande-Bretagne (Sud) . . .	25,4 × 12,4 × 7,6
» (Staffordshire)	25,0 × 12,5 × 6,0
Suède et Norvège	30,0 × 14,5 × 7,5
Pays-Bas.	18,0 × 8,6 × 5,0 22,0 × 10,5 × 5,5
Italie.	25,0 × 12,2 × 5,0
Espagne.	28,0 × 14,0 × 5,0
Russie (grand format) . . .	29,0 × 14,0 × 8,0
Suisse	25,0 × 12,0 × 6,0
Etats-Unis	20,5 × 10,0 × 6,0

Il est important que la brique puisse se tailler nettement. Ce résultat ne peut s'obtenir qu'avec une texture homogène et résistante car toute différence dans la structure se traduira par une variation de solidité ; les fractions de moindre solidité supporteront évidemment moins bien le choc que les parties plus dures d'où manque de netteté dans la cassure.

Une bonne brique doit en outre être poreuse de manière à prendre le mortier, mais une porosité exagérée serait

mauvaise. La chaleur et le froid désagrègent les briques trop poreuses ou manquant d'homogénéité. Il faut donc apporter tout son soin à faire des briques régulières de forme et de texture et présentant une compacité suffisante tout en conservant un peu de porosité. La brique fait feu à l'acier quand on la taille.

4. **Terres à briques.** — Les terres servant à la confection des briques sont des argiles relativement peu pures; elles renferment du sable siliceux, des composés calcaires et des composés ferrugineux en quantité notable. Si pour faire de belles briques destinées à la façade de maisons d'architecture soignée on se donne la peine de préparer sa pâte avec des argiles grasses que l'on dégraisse convenablement de manière à avoir une masse bien plastique, ne prenant pas à la cuisson une coloration trop prononcée, dans beaucoup de cas on se contente de terres argileuses que l'on trouve très répandues.

Aux environs de Paris le *lœhm* ou *lœss* est très employé pour fabriquer des briques de qualité secondaire. Ce lœhm se rencontre dans les terrains quaternaires sous forme d'un limon gris jaunâtre ; il renferme une matière argileuse accompagnée de craie, de sable quartzeux, de sable micacé et d'oxyde de fer. Sa teneur en argile est peu élevée ; elle varie de 20 à 30 °/₀, le sable de 60 à 80 °/₀.

On se sert aussi comme terre à briques du limon déposé à l'embouchure des grands fleuves. La terre végétale est dans beaucoup d'endroits suffisamment argileuse pour servir de matière première pour faire des briques.

Les briques faites avec le lœhm sont poreuses plus qu'il ne conviendrait pour des briques de première qualité, aussi sont-elles altérables par le froid. Le limon est éga-

lement trop maigre pour fournir des briques de choix; il en est de même de la terre végétale qui n'est bonne que pour fournir des briques de qualité inférieure, dont le prix est peu élevé il est vrai.

La brique de belle qualité exige, comme nous l'avons dit, une fabrication soignée faite avec des argiles communes, c'est-à-dire assez calcaires et ferrugineuses, mais beaucoup plus riche en matière argileuse que les précédentes. On trouve dans ces argiles à briques en moyenne :

Matière plastique	30	80
Sable siliceux	20	60
Calcaire	1	10
Oxyde de fer	3	14

5. — La brique se fabrique dans les campagnes en suivant des procédés plus ou moins primitifs et dans les usines en utilisant un appareillage perfectionné donnant des produits supérieurs, mais ordinairement plus coûteux. Nous envisagerons la fabrication des briques sous ces deux points de vue.

On trouve encore actuellement des briqueteries installées en plein vent. Leur matériel est fort simple, il se borne à des moules ou à une presse, auxquels il faut ajouter les brouettes pour le transport des produits façonnés et des pelles et racloirs pour arracher la terre et préparer les mélanges s'il y a lieu.

Ces briqueteries n'ont de raison d'être que dans les localités où la brique mécanique est chère ou dans celles où la terre à briques étant abondante et la main d'œuvre facile il est possible d'alimenter momentanément la région. Quelquefois même la briqueterie est provisoire et n'a de raison d'être que la production des briques nécessaires à

la construction de quelques maisons. Elle disparaît une fois le nombre de briques nécessaire produit et va s'installer ailleurs où le besoin s'en fait sentir.

Travaillant en plein air sans installation fixe les briquetiers de campagne ne sont occupés que pendant la belle saison. La pluie ne peut que gêner la fabrication et gâcher les produits, car ce n'est que rarement qu'ils installent des abris un peu efficaces, nous verrons plus loin qu'en effet leurs moyens de protection contre les intempéries sont en général très rudimentaires.

§ I. — Façonnage des briques

6. **Façonnage à la main.** — La fabrication à la main est des plus simples mais elle exige une pâte relativement plastique ce qu'on ne trouve pas toujours. La pâte doit quitter le moule sans s'arracher ni se déchirer, ce qui demande qu'elle ne soit pas trop grasse; d'autre part si elle était trop dure elle rendrait le travail du mouleur plus difficile.

Les briqueteries de campagne qui façonnent à la main n'employant que des moyens rudimentaires sont réduites à travailler les terres telles qu'elles les trouvent. Elles ne peuvent donc utiliser que certains genres de terres à à briques puisque les terres trop grasses nécessitent l'addition d'un dégraissant tandis que les terres trop maigres ne se façonnent qu'imparfaitement quand on veut les mouler à la main.

Les terres maigres sont ordinairement façonnées à la presse dans les installations en plein vent ; nous décrirons plus loin l'appareil utilisé dans ce cas.

Le façonnage à la main s'emploie cependant encore dans des fabriques installées à poste fixe. Si la terre que l'on a sous la main est convenable on l'emploiera telle qu'elle, mais si elle est trop grasse on devra lui incorporer des amaigrissants (sable, débris de combustibles ou escarbilles). Pour cela on mettra en tas le mélange fait dans les rapports voulus (ici il est plus commode de mesurer en volumes qu'en poids), puis on retournera le tas à la pelle et l'étendra de manière à mélanger les ingrédients le mieux possible et enfin on ajoutera de l'eau à la masse, par portions successives, de manière à la détremper suffisamment en évitant d'en faire une pâte trop liquide.

L'inconvénient du travail avec des terres grasses est qu'il oblige à un malaxage, c'est-à-dire à une trituration de la pâte destinée à bien en mélanger les parties et à lui donner une plasticité égale dans toute sa masse.

Le malaxage s'effectuait autrefois en marchant la pâte. Un ouvrier met la terre en tas puis marche du sommet à la base en décrivant une spirale, puis revient au centre.

Ce mode opératoire primitif est remplacé plus avantageusement par le malaxage mécanique. On se sert pour cela d'un malaxeur. L'appareil comprend un cylindre de tôle forte ou de fonte dans lequel tourne un axe muni de bras portant des couteaux. La masse est alors coupée, déchirée et roulée ce qui lui donne l'homogénéité requise. Après traitement au malaxeur prolongé le temps voulu, on ouvre un orifice inférieur par où la pâte sort en pains que l'on débite en fragments facilement transportables au moyen d'un fil. Nous représentons ici un appareil de ce genre, construit pour la fabrication mécanique, destiné à une plus forte production (fig. 1). La seule différence qu'il y ait à noter c'est qu'au lieu d'employer une roue

dentée pour communiquer le mouvement on a recours à un manège actionné par un cheval, c'est un inconvénient évidemment de recourir à un cheval, mais le malaxage ainsi fait est plus avantageux comme rendement que le marchage.

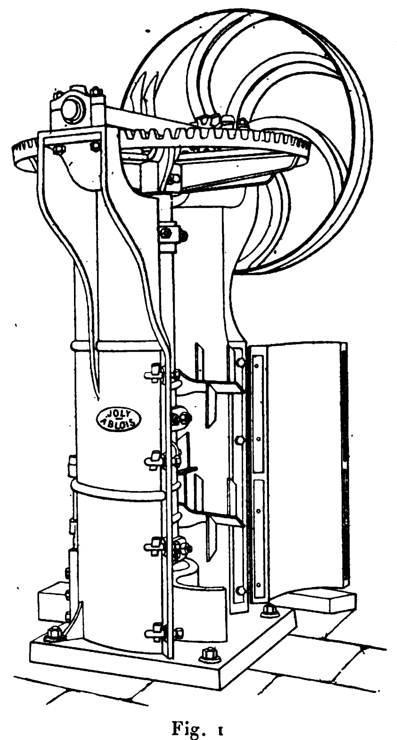


Fig. 1

La pâte, prête au moulage, est alors apportée à l'ouvrier mouleur.

7. — Le mouleur opère sur une *table* dont la surface est très plane ; on la saupoudre de sable pour éviter l'adhérence de l'argile. Comme matériel, il a besoin, en plus de la table, de *moules*, d'une *plane*, d'une *poudrière* et d'un *seau*.

La table sur laquelle on effectue le moulage est une table en bois quadrangulaire ayant environ 1 mètre de superficie. On dispose ordinairement à une encoignure une plaque de fer de dimensions supérieures à celles du moule posé à plat. C'est sur cette surface que l'on fera le moulage. La plaque de tôle n'est pas fixée à même la table,

elle est fixée sur une planche qui, au moyen de charnières, peut basculer.

Les moules sont doubles ou simples. On les fait en bois de hêtre qu'on peut doubler de tôle pour éviter l'usure. Les moules sont construits naturellement en tenant compte du retrait de la pâte. On voit sur la figure un de ces moules dont le modèle est des plus simples.

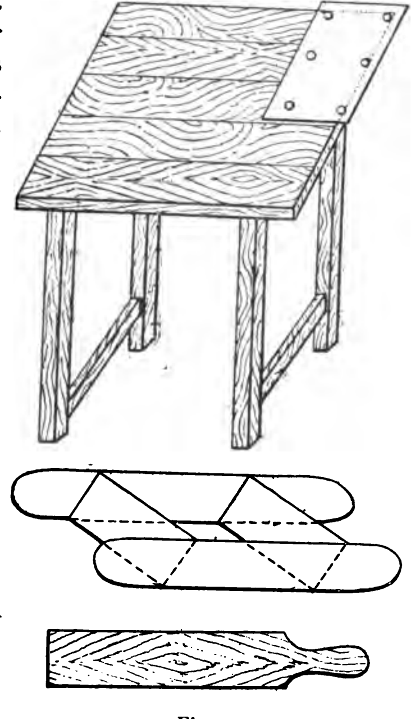


Fig. 2

Certains briquetiers travaillent avec des moules doubles parce que le temps passé à faire deux briques en même temps n'est pas le double de celui qui est nécessaire pour faire une seule brique. On a proposé aussi des moules en métal, mais le moule en bois est de beaucoup le plus répandu.

La poudrière est un bac carré en bois, de même hauteur que la table. Elle est garnie de sable fin sec tamisé ou de terre cuite écrasée et tamisée également.

La plane est une planche de hêtre bien dressée ou une

lame d'acier ayant une poignée ou un manche à son extrémité.

Pour faire une brique, le mouleur sable son moule, y jette de la terre, la tasse et enlève l'excédent à la main et avec la plane. Le moule est alors enlevé par un apprenti qui le porte sur une aire bien plane et sablée. Le porteur pose le moule de champ, puis fait sortir la brique en retournant le moule de manière à le placer à plat. Ce mouvement demande de la régularité sous peine de déformations.

La brique est alors abandonnée sur l'aire à la dessiccation. On a soin de ménager à l'aire une petite pente, de manière à faciliter l'écoulement des eaux de pluie.

L'ouvrier mouleur doit donc posséder une série de moules pour faire son travail d'une façon continue. Le moulage d'une brique ne dure que fort peu de temps, aussi un bon mouleur fait-il, en dix heures, de 8 000 à 10 000 briques, on cite même, dans des cas exceptionnels, une production de 12 000 briques. Son service nécessite trois à quatre aides qui le débarrassent des briques et vont les ranger.

8. **Façonnage mécanique.** — Les machines à briques sont nombreuses, elles se ramènent à deux types principaux :

I. Machines imitant le travail à la main, c'est-à-dire moulant des briques ou presses.

II. Machines à filière, débitant la terre sous forme de prisme que l'on coupe ensuite en fragments ayant les dimensions des briques.

Dans les premières machines à briques, on se contentait d'imiter le travail à la main. La pâte était envoyée

dans des moules et démoulée ensuite. Nous retrouverons ce mode de façonnage dans les machines travaillant en pâte sèche ou en pâte ferme, mais dans beaucoup de machines, le mode opératoire est différent, comme nous allons le voir.

Les briques se façonnent avec des pâtes de consistance différente. On distingue en général :

Les pâtes *molles*, renfermant au maximum 40 °/₀ d'eau ;

Les pâtes *fermes* ou *demi-dures*, contenant 20 °/₀ d'eau au maximum ;

Les pâtes *dures*, encore moins humides que les précédentes et ne renfermant plus que 10 °/₀ d'eau ;

Les pâtes *sèches*, ne contenant plus que quelques centièmes d'humidité.

Avec une pâte *molle* le travail est facile, car la masse est peu résistante. On obtient facilement des produits homogènes, mais on a affaire, en revanche, à une masse très collante qui prend mal les détails des moules. Pour avoir des arêtes vives, il faut represser la brique. De plus, la dessiccation est lente.

Une pâte *ferme* est naturellement plus difficile à travailler que la précédente. Il faut donc recourir à des machines plus fortes que pour le façonnage en pâte molle, de plus, la dépense d'énergie est d'une moitié en plus au moins. La préparation demande aussi plus de soins. Une pâte ferme épouse moins les détails qu'une pâte molle et sèche plus vite.

Pour travailler avec une pâte *dure*, il faut des appareils puissants et une préparation très soignée. La dépense de force est naturellement plus élevée que dans les cas précédents.

Il faut noter aussi qu'avec des pâtes un peu résistantes,

le passage à la filière ne se fait pas toujours bien et que les produits tendent à se feuilleter.

Les pâtes *sèches* se travaillent tout différemment. Elles sont employées à l'état pulvérulent et se façonnent par forte compression. Le mot pâte sèche s'applique donc très imparfaitement à ce mode de préparation de la terre, mais l'usage a prévalu et a sanctionné cette désignation.

9. **Préparation des terres.** — Une argile est rarement dans l'état voulu pour le travail immédiat à la machine. De plus, dans beaucoup de cas, on lui incorpore, pour l'amaigrir, des corps non plastiques compatibles avec la nature de la brique.

Il y aura donc, avant de faire passer le mélange dans les machines, à soumettre la masse à quelques travaux préliminaires.

Les terres à briques ne sont pas des argiles pures, loin de là. A côté des matières étrangères disséminées dans la masse et dont on ne peut reconnaître la présence à la vue, se trouvent fréquemment des corps étrangers en dimensions assez grosses.

Il n'est pas facile de purifier l'argile. Tout ce que l'on peut faire est d'enlever, lors de l'extraction de l'argile, les plus grosses pierres, mais il restera forcément des pierres, des pyrites dans la plupart des cas. Le seul moyen d'annihiler leur influence fâcheuse est de les disséminer dans la masse après écrasement de l'argile.

Suivant le temps et la saison et suivant aussi la distance de la carrière au lieu de consommation, les argiles vont arriver à l'usine à l'état solide ou pâteux, parce qu'elles seront plus ou moins sèches.

Les argiles qui ne renferment pas de corps étrangers de

grandes dimensions ou même de grain appréciable sont les plus faciles à employer, il n'y a qu'à leur incorporer de suite les corps amaigrissants et à les malaxer. Si elles sont sèches, il est bon de les réduire en grains, si elles sont pâteuses, on les taillera en petits fragments avant de les humidifier.

10. — Si l'argile est humide, on commence par la diviser. Certaines usines se servent pour cela d'une tailleuse, c'est-à-dire d'un appareil destiné à réduire l'argile en copeaux. La tailleuse est formée d'une cuve cylindrique dont le fond est percé d'ouvertures au bord desquelles est une lame tranchante. Un axe vertical, armé de bras, vient tourner dans cette cuve. Les blocs d'argiles poussés par les bras viennent frotter sur le fond de la tailleuse, y rencontrent les couteaux qui les déchirent et passent par les ouvertures sous forme de copeaux.

11. — Les argiles sèches se divisent plus facilement. Il suffit de les écraser à la meule ou encore entre deux cylindres.

12. — Les meules employées pour écraser les argiles comprennent une paire de meules qui viennent rouler sur un plateau.

La matière écrasée par les meules traverse le plateau qui est perforé. Elle tombe de là sur une vis mélangeuse qui la chasse dans un blutoir. Les parties trop grosses restent dans le blutoir, en sortent à droite et sont reprises par une chaîne à godet qui les ramène sous les meules.

On construit aussi des appareils dans lesquels les meules sont maintenues dans une position fixe, tandis que

le plateau tourne. Les meules pour cet usage sont en fonte dure et le plateau sur lequel est broyée l'argile est percé de trous par lesquels s'écoule la poudre d'argile.

13. — Les cylindres servant à écraser l'argile sont en

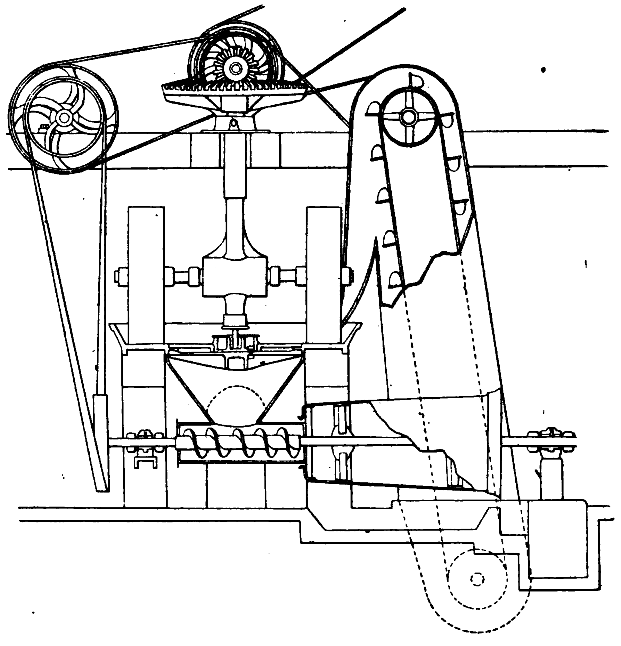


Fig. 3

métal, disposés face à face et tournant en sens contraire, quelquefois avec des vitesses différentes.

Les matières sont donc entraînées dans l'espace resté vide entre les deux cylindres, et ne peuvent passer entre eux qu'après avoir pris une dimension au plus égale à

leur écartement. Cet écartement peut être augmenté ou diminué. Quand on traite une argile sèche avec un jeu de cylindres, on l'obtient naturellement en grains ou en menus fragments, tandis qu'en opérant sur une argile humide on la lamine en plaques.

Les cylindres se construisent à surface cannelée ou à surface lisse.

Avec une surface cannelée, (fig. 4) ils servent comme machines préparatoires en déchiquetant les mottes de terre

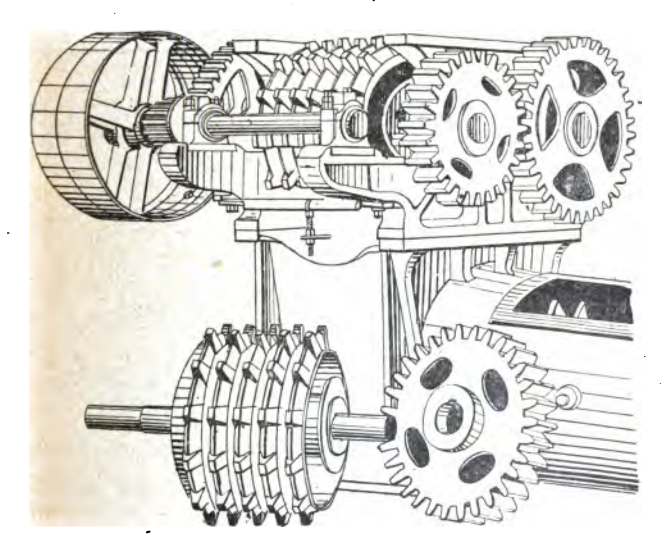


Fig. 4

qui deviennent alors plus faciles à écraser. Ordinairement, au lieu d'employer des cylindres à cannelures longitudinales, on se sert de cylindres munis de dents disposées de telle sorte que les dents de l'un viennent s'emboîter

dans les creux, ménagés de place en place, de l'autre cylindre. Dans les cylindres de cette sorte, il suffit de communiquer le mouvement à l'un des cylindres, l'autre se trouvant entraîné par le mouvement du premier.

Dans les broyeurs cylindriques, à surface lisse, on fait tourner les cylindres avec des vitesses inégales.

Les cylindres sont construits ordinairement avec un manteau extérieur en métal extra-dur. Ils sont posés sur un bâti solide. L'un des cylindres est maintenu dans des paliers fixes, tandis que l'autre cylindre est maintenu dans des pièces mobiles que l'on peut déplacer par des vis de réglage, permettant ainsi de modifier l'écartement. Pour assurer la propreté des surfaces, on leur adapte des racloirs qui viennent arracher les débris argileux adhérents.

Les cylindres écraseurs se font en plusieurs modèles. Leur diamètre varie de $0^{m},50$ à 1 mètre, et leur longueur utile de $0^{m},40$ à $0^{m},70$. Les petits modèles débitent un demi-mètre cube à l'heure, alors que les grands modèles produisent jusqu'à 4 et 5 mètres cubes. La consommation d'énergie n'est pas très élevée et ne dépasse pas 10 chevaux pour les appareils les plus grands traitant des argiles difficiles à écraser.

Pour arriver à un grain suffisant, un seul passage ne suffit toujours pas, aussi fait-on usage, quand cela est nécessaire, de plusieurs paires de cylindres de plus en plus rapprochés.

Pour éliminer le plus possible les pierres, on se sert parfois de deux troncs de cône, disposés côte à côte comme les cylindres. Les pierres ne passent pas entre ces troncs de cône, mais, par suite de la forme de la surface en rotation, sont entraînés vers la partie où le diamètre

est le plus grand et la vitesse, par conséquent, la plus rapide, puis chassés au dehors.

14. — Pour réduire l'argile en fragments quand il s'agit d'une grande production, certaines usines se servent de granulateurs. Ces appareils comprennent une cuve inclinée, dans laquelle tournent, en sens contraire, deux hélices qui divisent l'argile et lui font remonter la cuve dans toute sa longueur et la chassent.

La préparation des terres à briques peut s'opérer également dans une série de meules superposées (fig. 5). Ce dispositif relativement récent permet de travailler de suite la terre sortant de la carrière.

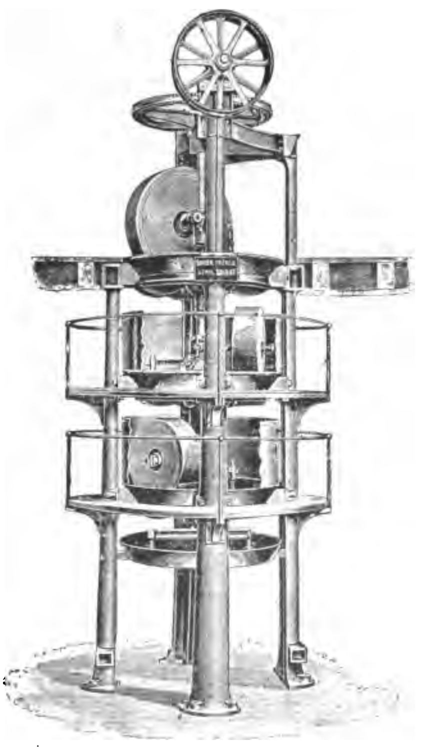


Fig 5

15. — On peut avoir besoin, pour certaines fabrications, d'argile en poudre, on arrive à amener les terres

sèches dans cet état au moyen d'appareils différents des précédents.

Le broyeur Carr, ou désintégrateur, se compose de deux groupes de couronnes parallèles et concentriques, pouvant s'intercaler les unes dans les autres. Chaque groupe est fixé sur un arbre horizontal indépendant. Les couronnes sont formées de séries de tiges d'acier également espacées et maintenues à la partie supérieure et à la partie inférieure par un cercle métallique (fig. 6).

En animant les deux axes de mouvements de rotation

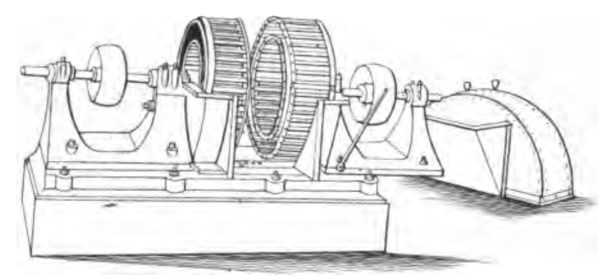


Fig. 6

rapides et de sens contraire, les corps lancés dans les couronnes sont entraînés et subissent une série de chocs violents dans chaque sens et sont brisés. Tout l'appareil est enfermé dans une enveloppe qui empêche la diffusion de la poussière et les projections de matière.

Le débit de ce genre d'appareils est assez considérable ; ces broyeurs consomment 2,5 chevaux par tonne broyée à l'heure, et peuvent rendre de 4 à 15 tonnes à l'heure avec une vitesse de 300 à 400 tours.

Les moulins à boulets donnent également de bons résultats dans la pulvérisation des argiles sèches. Ils sont formés d'un tambour cylindrique calé sur un axe mû par

un engrenage que commande une poulie. Dans le tambour sont des boulets d'acier qui, lors de la rotation du système, vont frapper la matière et la briser.

Les parois du tambour sont percées d'ouverture de 10 millimètres de diamètre, par lesquelles la poudre s'échappe. Pour empêcher le roulement des boulets les uns sur les autres, on a ménagé à l'intérieur du cylindre des plaques se recouvrant comme les tuiles d'un toit. Pendant la rotation, les boulets tombent de l'une sur l'autre

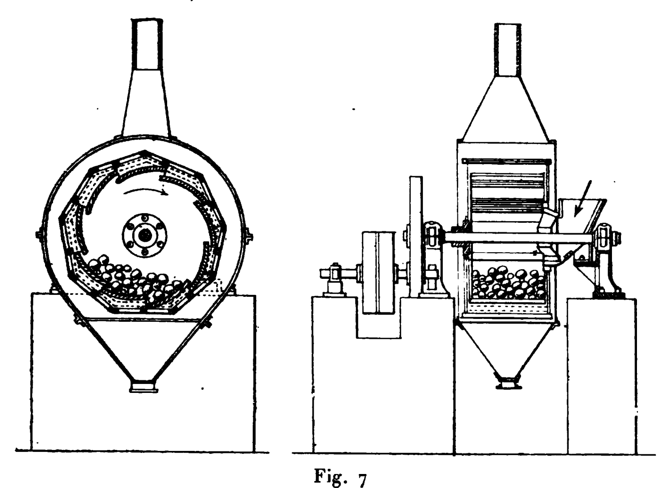


Fig. 7

de ces plaques, provoquant ainsi l'émiettement de la matière. Le tambour est enfermé dans une enveloppe de toile métallique formant tamis et une garniture de toile terminée en trémie à sa partie inférieure vient enfermer le tout et recueillir les poussières sorties du tamis.

L'appareil fonctionne d'une manière continue. On lui donne une vitesse modérée de 20 à 40 tours par minute.

15. — Une fois divisée, l'argile doit être humidifiée pour subir le façonnage.

Ordinairement, l'argile n'est pas employée seule, elle reçoit un dégraissant qui est du sable, des escarbilles, et parfois du charbon menu. Certains fabricants prétendent que ce charbon permet d'obtenir plus aisément la cuisson dans toute la masse (?). Cela ne peut être vrai que si l'air parvient jusqu'au centre. Du reste, on retrouve dans certaines briques cassées, dans la pâte desquelles entre justement du charbon, des débris de combustible non brûlé.

Le mélange des éléments de la pâte se fait en volume et n'exige pas une très grande précision. On prend généralement comme unité les récipients servant au transport des matériaux. Ces matières sont jetées dans une fosse en ciment ou en brique et arrosées suffisamment pour que la masse ait la plasticité voulue. Pour faciliter le travail, on dispose plusieurs de ces fosses à côté l'une de l'autre, au moins trois. Dans la première, on fera le mélange et l'arrosage. La seconde sera remplie de pâte au repos, et la troisième sera en vidange.

Les argiles sont loin d'avoir le même pouvoir absorbant pour l'eau. Les terres grasses se mouillent mal, alors que les terres maigres s'imbibent assez vite. La durée de séjour en fosse ne présente donc rien d'absolu.

Il y a des méthodes de travail assez variables, suivant la nature des terres et les habitudes de l'usine. Ainsi, l'on se contente souvent de détremper l'argile et de n'ajouter les matières dégraissantes qu'au moment de malaxer.

16. — Au lieu de laisser séjourner les terres en fosse avec de l'eau, on peut les humecter mécaniquement. L'emploi de la machine offre même l'avantage de donner

un mélange plus rapide et plus complet. Les *humecteurs* comprennent une auge en fonte traversée par un arbre horizontal muni de palettes. L'eau est amenée au-dessus de l'auge par un tuyau percé de trous. La rotation de l'axe accélère le mélange de l'eau à l'argile. En disposant les palettes en hélice, on facilite l'expulsion de la terre hors de l'appareil par un orifice disposé *ad hoc*.

La pâte n'est pas assez homogène pour passer de suite dans la machine à briques, elle demande un traitement plus complet qui lui est donné par le malaxage et le laminage.

17. — Le malaxage s'opère dans un appareil comme celui représenté (fig. 1). On jette dans la cuve soit l'argile et les dégraissants déjà détrempés, soit l'argile humide et les dégraissants à l'état sec, et l'on abandonne à la rotation de l'appareil. La masse est déchirée, tirée, remuée en tous sens, et prend au bout de quelque temps l'homogénéité nécessaire. En ouvrant la partie inférieure, il sort alors un prisme de pâte que l'on coupe, à l'aide d'un fil, en fragments de dimensions transportables.

Les malaxeurs se construisent également avec un dispositif horizontal, mais le principe reste le même.

18. — Comme nous l'avons dit plus haut, la nature physique influe beaucoup sur le mode opératoire à suivre dans la préparation de la pâte. Quelquefois l'on part d'une matière sèche que l'on broie et humidifie ensuite. D'autres fois, on prend l'argile humide et la travaille de suite.

Pour arriver à une homogénéité satisfaisante, on doit recourir à de nombreux cylindrages avec certaines terres,

alors qu'avec d'autres matières on peut presque travailler la terre au sortir du malaxeur.

L'écrasage de la terre à la meule, au début de la fabrication, donne de bons résultats, il permet de suite une division plus complète de la matière première.

19. **Machines à briques à filières.** — Les briques se font le plus souvent à la filière quand on ne travaille pas en pâte sèche, ce qui est un cas exceptionnel.

Le pâte, introduite dans le récipient de la machine, est poussée vers un orifice quadrangulaire donnant ordinairement la plus grande surface de la brique. Il sort donc de la machine à brique un prisme ayant comme section une des sections de la brique ; il n'y a plus qu'à le débiter en fragments de longueur convenable pour avoir des briques.

20. — La machine à briques comprend une caisse en métal, ayant un orifice latéral sur lequel on vient fixer la

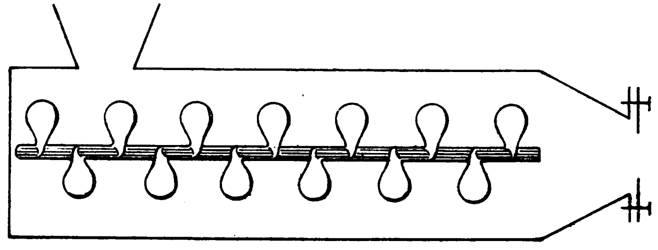


Fig. 8

filière et une ouverture supérieure qui permet la charge de la terre. Dans la caisse de la machine se meut une vis ou un axe armé de lames en hélices qui entraînent la pâte du trou de charge vers l'orifice de sortie et la forcent à

passer par la filière. Dans certaines machines, la propulsion est faite à l'aide d'une paire de cylindres.

Les machines à briques sont loin d'appartenir à un type unique ; on les rencontre sous des modèles assez variés.

Les machines à *propulseur à hélices* (fig. 9) et les machines à *propulseur à cylindre* (fig. 10) constituent deux types principaux dont les variantes sont nombreuses.

Dans la machine à hélice simple, la presse à brique est réduite à ses éléments essentiels. On alimente les appareils

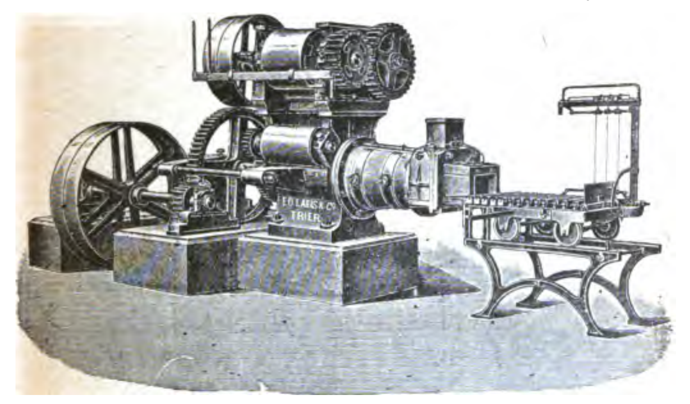


Fig. 9.

de cette sorte à la main, avec de la terre déjà travaillée.

Pour avoir une alimentation continue, on ajoute aux machines à briques des cylindres qui viennent constamment distribuer de la terre. Ils sont placés au-dessus de l'orifice d'entrée de la machine.

Quand il est nécessaire d'avoir un broyage énergique de la masse, on adapte une seconde paire de cylindres au-dessus des cylindres chargeurs.

Certaines machines sont de plus combinées avec un malaxeur.

Les figures que nous donnons donnent l'idée de la multiplicité des modèles.

Le façonnage à la filière est souvent appelé façonnage

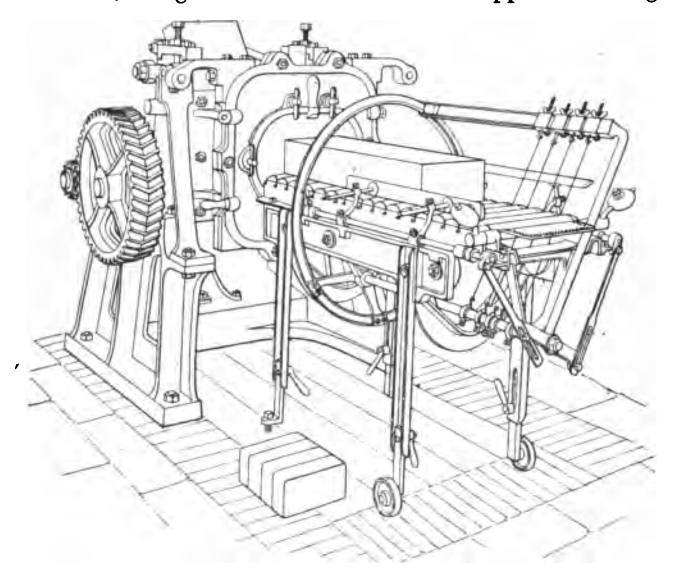


Fig. 10

par étirage, mot impropre, puisque la terre est poussée à travers la filière et non étirée.

La filière, réduite à sa forme la plus simple, se compose d'une plaque de métal percée d'une ouverture quadrangulaire, ayant comme surface celle de la brique c'est-à-dire la longueur multipliée par la largeur.

Cette plaque est maintenue à l'orifice par des boulons

ou des pièces à charnières qu'il suffit de rabattre pour la fixer.

La filière, sous cette forme primitive, ne donne pas toujours des produits irréprochables. La pâte est gênée par le frottement dans son glissement et, remarquons en passant, ce frottement se fait surtout sentir aux angles où la résistance est doublée, puisque la pâte est en contact avec les deux parties de l'angle. Au centre de la masse de pâte, il n'y a pas de contact avec la filière et, par suite, c'est en cette région que la pâte a une disposition à sortir le plus vite.

Le prisme, sortant de la filière, a donc tendance à sortir déformé. En même temps qu'elle se cintre, la pâte peut se feuilleter dans les angles, principalement si elle est un peu ferme.

Certains constructeurs remédient à cette fâcheuse tendance en garnissant la filière de joues (fig. 11) qui viennent augmenter le frottement dans les parties qui ont tendance à sortir le plus vite.

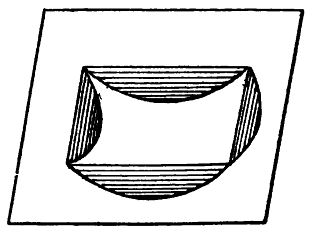


Fig. 11

On peut aussi mouiller la pâte pour faciliter sa sortie en disposant la filière un peu différemment.

Avant la sortie de la pâte, on a disposé un système de lame à recouvrement formant un tronc de pyramide dont la petite base coïncide avec la filière. Ces lames sont enfermées dans une boîte en métal se fixant à la sortie de la presse et formant boîte. Un tube amène l'eau provenant d'un réservoir supérieur dans la partie comprise entre les parois de la boîte et les lames à recouvrement. Cette eau

vient suinter entre les lames et lubrifier le pain de pâte sur toute sa périphérie. Le passage dans la filière se fait alors plus aisément.

La filière hydraulique se construit aussi un peu différemment. Dans certains modèles on remplace les lames précédentes par un cadre en peau de chamois. La peau, suffisamment poreuse, laisse passer l'eau qui doit humidifier la pâte.

La presse à filière est complétée par un appareil coupeur formé essentiellement par des fils de métal parallèles, tendus sur un cadre mobile pouvant se rabattre en faisant traverser aux fils le prisme de pâte. Les fils étant placés perpendiculairement à l'axe du prisme et distants de la troisième dimension de la brique viennent découper des parallélipipèdes ayant le format de la brique. Ces briques sont reçues sur des cylindres de plâtre enfilés sur des tiges métalliques qui leur servent de support. La pâte qui sort de la filière s'avance par suite librement sur l'appareil coupeur sans subir de froissements ou de déchirures, les cylindres roulant à son contact sans entraver sa marche. Lorsque le bloc de pâte va garnir toute la longueur du support, on relève un butoir qui empêchera la pâte de dépasser l'extrémité du support et l'on rabat le cadre. Comme l'appareil est monté sur roulettes, en même temps que la pâte poussait le butoir elle entraînait tout le système, y compris le cadre, de sorte qu'en rabattant le cadre tout se passe (ce dernier se déplaçant avec le support) comme si la pâte était immobile. Le découpage se fait donc nettement.

Le cadre mobile est alors relevé, les briques enlevées et le système ramené à sa position première.

Les appareils coupeurs ont reçu des dispositifs variés.

Nous en représentons deux (fig. 9 et 10) qui donneront une idée de ce genre d'appareils.

Dans l'un, le cadre vient se rabattre sur le bâti horizontalement, en coupant la pâte, dans l'autre, le cadre n'a pas besoin d'être relevé après découpage, il agit de côté, coupant alternativement de droite à gauche, ou de gauche à droite.

Naturellement, pour le libre passage des fils à travers la pâte, il faut que ceux-ci puissent se loger après rabattement du cadre dans l'intervalle de deux rouleaux de plâtre, l'épaisseur de ces derniers et leur écartement sont donc calculés en conséquence.

Les briques ainsi faites doivent être rebattues.

Pour accélérer le débit, on a cherché à produire le découpage des briques automatiquement.

L'*American Clay-Working Machinery C°*, de Bucyrus, avait exposé, en 1900, un appareil de ce genre assez ingé-

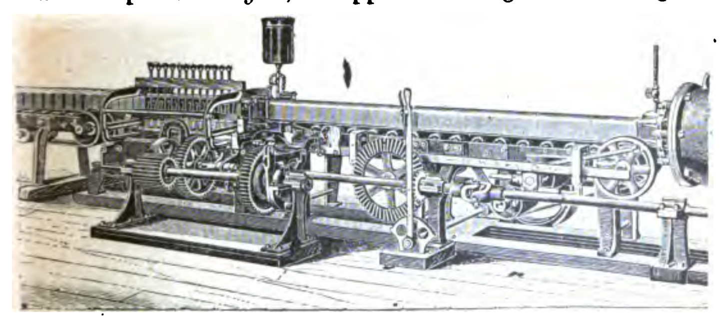


Fig. 12

nieux (fig. 12). La pâte sort en prisme de la filière, guidée par deux cylindres verticaux, et vient s'engager sur les rouleaux de l'appareil coupeur. Le mécanisme coupeur est

formé par un cadre garni de douze fils et, par suite, pouvant découper onze briques d'un seul coup. Une fois la pâte débitée à la longueur voulue, le cadre s'approche automatiquement et ses fils traversent la pâte. Sous la poussée de la pâte qui arrive sans cesse, les briques s'avancent et sortent de la région de l'appareil coupeur, emportées par une toile sans fin qui, marchant plus vite que la pâte, les espace les unes des autres. Une fois toutes les briques emmenées, une nouvelle masse de pâte a pris leur place et l'appareil coupeur vient à nouveau la traverser en sens contraire. On débite ainsi de 2 000 à 10000 briques à l'heure.

21. **Rebattage. Repressage.** — Les briques façonnées en pâte molle soit à la main, soit à la filière, n'ont pas d'arêtes vives. Cuites telles quelles, elles n'auraient pas la régularité géométrique requise pour la construction.

Dans les briqueteries de campagne on se contente après une première dessiccation, qui a donné à la brique la fermeté du cuir, de la rebattre. La brique est ébarbée et frappée sur toutes ses faces avec une batte. Elle reprend ainsi la régularité nécessaire. Après le rebattage on la met à sécher.

Dans les usines et même dans les petites installations à poste fixe on se sert de presses spéciales nommées *rebatteuses*. La rebatteuse est formée de deux pièces métalliques, dites le chapeau et la poitrine, placées l'une au-dessus de l'autre et maintenues par un cadre solide. Deux guides verticaux maintiennent le système et lui permettent de se déplacer de bas en haut et de haut en bas. Un plateau se trouve disposé entre la poitrine et le chapeau. Ce plateau porte

un moule dont le fond est mobile ; une tige sur laquelle le fond repose bute au repos sur la poitrine. Le fond se trouve alors tout en haut du moule. Sur le chapeau on a fixé un bloc d'acier pouvant entrer dans le moule.

La poitrine, et par suite le chapeau, reposent par des galets sur une pièce en quart de cercle qui s'abaisse quand on incline le levier. En rabattant violemment ce dernier, le système du chapeau et de la poitrine tombe. Le fond du moule n'étant plus soutenu descend dans le moule et la brique entre avec lui dans ce dernier, puis la pièce fixée au chapeau vient former piston et presser la brique de tout le poids du système.

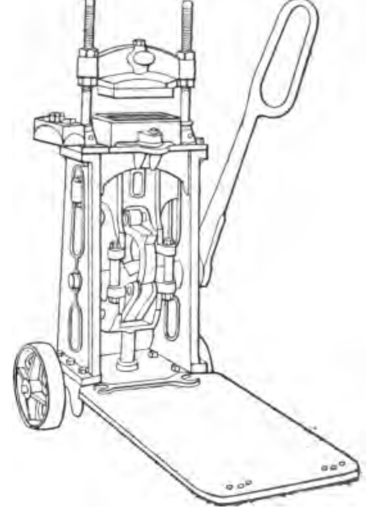


Fig 13

En ramenant le levier à la position verticale, la poitrine remontera, rencontrant la tige fixée au fond du moule, le soulèvera et fera sortir la brique, en même temps que le chapeau entraînera le piston.

Dans certaines rebatteuses la poitrine est supprimée et le chapeau est fixe. C'est alors le plateau porte-moule qui se déplace sous le mouvement du levier.

Une rebatteuse manœuvrée à bras d'homme peut represser 350 briques à l'heure avec un ouvrier et deux

aides. Pour de très grandes quantités il y avantage à employer des presses à rebattre mues mécaniquement. Certaines machines américaines en rabattent jusqu'à 2 500 à l'heure. Les briques sont amenées par une courroie sans fin, prises par la machine, poussées dans les moules et, après pressage, démoulées et chassées en avant automatiquement.

Ces appareils sont peu employés en Europe où l'on se sert surtout de presses à main faciles à déplacer dans les séchoirs. La presse à rebattre à vis, mue à la vapeur, présente peu d'avantage pour la brique ordinaire, car elle ne fait pas gagner beaucoup de temps, son seul avantage étant de substituer à l'effort d'un homme l'énergie d'un moteur.

22. — Le façonnage à la filière n'est pas le seul mode de travail que puisse produire une machine. Certaines presses à briques travaillent par compression. La terre est introduite dans des moules résistants et pressée ; nous examinerons successivement celles qui travaillent des pâtes fermes ou demi-molles et celles qui sont destinées à opérer sur de la terre sèche.

23. **Pressage des terres humides.** — Les terres un peu sèches et pulvérulentes comme le lœss se travaillent assez aisément à la machine. Elles n'ont pas suffisamment de liant au contact de l'eau pour donner une masse assez plastique pour le moulage, mais soumises à une pression suffisante elles s'agglomèrent et prennent de la résistance, de sorte qu'elles peuvent se façonner à la presse.

Le façonnage mécanique n'est pas l'apanage des seules

grandes briquetteries, les installations volantes pour la confection de la brique de campagne font usage de presses très simples comme manœuvre et construction qui leur permettent de travailler les terres par trop maigres.

Ces presses moulent deux briques à la fois. Cette presse comprend une table en bois ou en fonte dans laquelle est encastré un double moule en cuivre ou en bronze. Le fond du moule est mobile et repose sur une tige appuyant

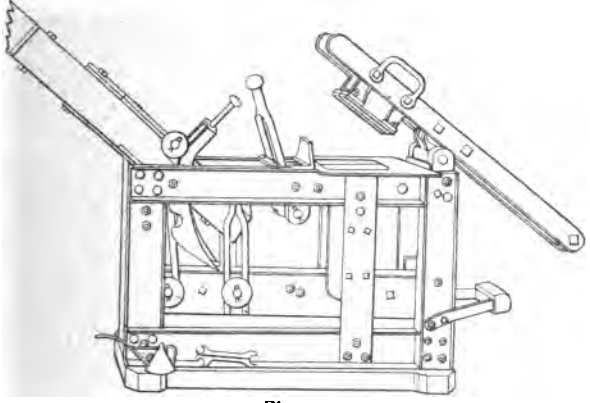


Fig. 14

sur un levier inférieur. Si ce levier est relevé, par suite de l'abaissement du grand levrier auquel il est relié, le fond se trouve soulevé par le relèvement du levier. Pour mouler on jette la terre dans les moules et l'on en chasse l'excédent. On rabat alors un solide couvercle qui couvre et vient fermer les moules. En abaissant le grand levier on soulève le levier qui fait remonter la tige et par suite le fond des moules. La pression une fois donnée, on abandonne le levier qui remonte de lui-même, on relève le

couvercle et provoque le démoulage en soulevant le fond des moules à l'aide d'une pédale.

Les briques pressées sont portées à sécher, mais elles n'ont plus à subir de rebattage.

Ce système de presses est assez employé en France, Dans la région du Nord notamment, il sert à façonner des briques avec les terres maigres argileuses de cette région.

Pour desservir une presse à main comme celle que nous venons de décrire trois hommes suffisent. Le premier ouvrier fait tomber le lœss, le second remplit les moules à la pelle, le troisième et le second réunis donnent la pressée. On fait ainsi de 7 500 à 8 000 briques dans une journée de 10 heures.

24. — En dehors des presses actionnées à la main il existe un grand nombre de machines que nous allons examiner.

La première des machines que nous représentons comprend un réservoir dans lequel on charge la terre et où elle subit un malaxage préliminaire. Elle est ensuite poussée dans les moules et subit une pressée donnée par la partie supérieure d'une boîte qui fait suite au malaxeur. Cette pièce fait donc office de piston. Les moules une fois pressés sont chassés de la presse. Le mécanisme a donc à garnir les moules, presser la terre et chasser les moules une fois la pressée effectuée. Les moules sont solidaires et disposés par groupe de cinq sur un même bâti de bois. La machine n'entraîne pas elle-même les moules de l'extérieur, il faut qu'un aide vienne les introduire par une ouverture latérale et qu'en même temps on enlève le moule qui sort tout garni. Il est donc nécessaire de dis-

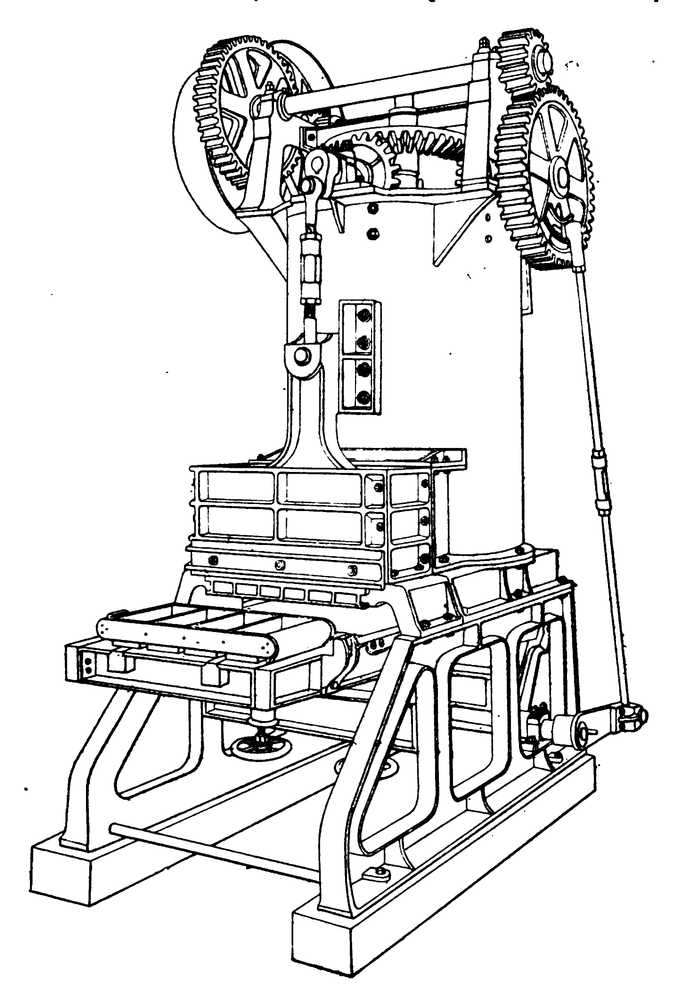


Fig. 15

poser d'une certaine quantité de moules pour que la fabrication soit continue. Une machine de ce genre donnera de 1 600 à 5 000 briques à l'heure suivant sa grandeur.

Les machines de ce genre sont employées en Amérique pour le façonnage des terres maigres. On peut les

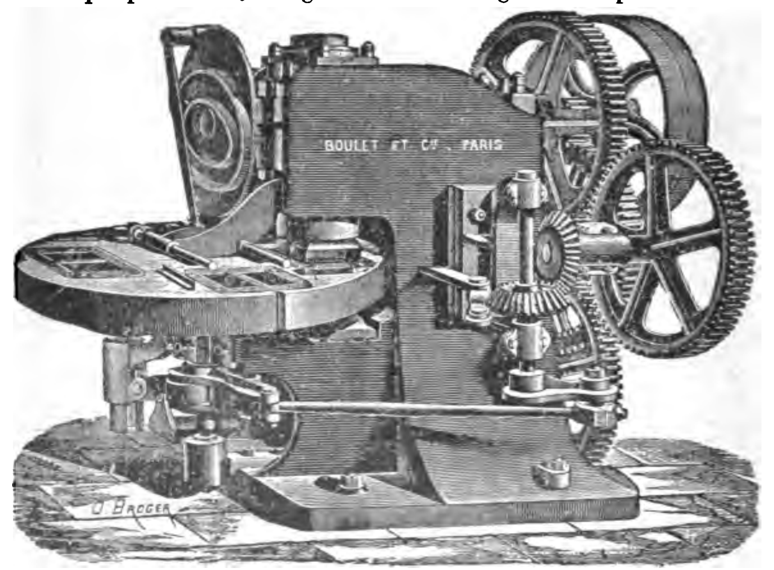


Fig 16

manœuvrer à l'aide d'un manège actionné par un cheval pour les petites dimensions. Une petite presse de ce type fournira, avec un cheval, de 6 à 900 briques à l'heure. Les modèles plus puissants exigent l'emploi de la machine à vapeur.

25. — En dehors de ce type de presse on construit en-

core des machines ayant un agencement un peu différent. Les moules sont portés sur un plateau tournant. Une fois remplis de terre, ils passent au-dessus d'un piston qui vient les presser, puis subissent un peu plus loin l'action d'un mécanisme auxiliaire qui fait sortir la brique du moule. Comme il y a au moins trois moules sur le plateau de la presse, il s'en suit que l'on ne perd pour ainsi dire que le temps nécessaire à la rotation de l'arc compris entre deux moules. Le remplissage du premier moule, la pression du second et le démoulage du troisième s'effectuant simultanément.

Ces machines s'emploient moins fréquemment que les précédentes qui ne sont aptes qu'à traiter les terres grasses. On les actionne ordinairement par une machine, néanmoins on en a construit marchant à bras d'homme.

26. **Pressage à sec.** — En dehors du lœss que l'on travaille tel qu'on le trouve et des terres maigres que l'on emploie après un malaxage préliminaire plus ou moins parfait, le pressage peut être appliqué à des terres en poudre. Ce mode opératoire exige des machines plus puissantes que les précédentes, car pour agglomérer une matière pulvérulente, il faut recourir à une pression assez élevée. La pressée est fournie au moyen d'une presse hydraulique donnant deux pressées successives.

Dans le pressage à sec, on ne se sert naturellement pas de terre rigoureusement sèche. La poudre renferme quelques centièmes d'eau.

L'idéal de la fabrication est évidemment de travailler non des pâtes notablement humides, comme le font des machines à filières, mais des terres en poudre. On arrive ainsi à gagner du temps et à économiser les frais

de dessiccation qu'occasionne le traitement des terres en pâte.

La fabrication par pressage à sec ne s'est pas répandue comme la fabrication en pâte humide. A l'heure présente, il n'y a peut-être pas, en France, de briquetterie proprement dite importante travaillant par ce procédé.

En Allemagne, où l'on a fait beaucoup d'efforts en ce sens, la question paraît avoir fait quelques progrès, mais les usines travaillant à sec ne sont pas encore bien nombreuses relativement au nombre considérable de briquetterie façonnant en pâte plus ou moins humide.

Le façonnage des briques à partir de l'argile en poudre, employée non plus à l'état de pâte, mais à celui de poudre légèrement humide, présente évidemment des avantages sérieux à première vue. La brique n'a plus besoin, une fois sortie de la presse, de subir une dessiccation plus ou moins longue, comme cela a lieu dans la fabrication ordinaire. Elle renferme si peu d'humidité qu'on peut l'amener de suite au four, sans passer par un séchoir.

27. — Divers inventeurs ont attaqué cette question, nous nous bornerons à étudier rapidement le procédé Czerny.

Dans son usine d'Unter-Themenau (Autriche), M. Czerny opère de la manière suivante.

L'argile est d'abord laminée dans une paire de cylindres garnis de pointes. A la sortie de cet appareil, un élévateur emporte la terre dans un séchoir où elle se sèche complètement en huit à dix minutes. Du séchoir, l'argile séchée, encore chaude, passe dans un réfrigérateur. Une fois refroidie, l'argile est additionnée de quelques centièmes d'eau ; le dosage de cette quantité d'eau joue un

rôle important dans la fabrication. L'argile mouillée est amenée alors mécaniquement au moyen d'une vis transporteuse dans un désintégrateur qui détermine un mélange complet de la terre avec l'eau et donne à la masse de l'homogénéité. Il sort du désintégrateur une poudre homogène qu'un élévateur entraîne dans un blutoir rotatif. La poudre que laisse passer ce dernier est introduite dans des presses hydrauliques pour le façonnage.

La presse employée par M. Czerny travaille automatiquement. Elle se compose d'un cylindre et d'une masse métallique maintenus solidement par quatre piliers. Une table de pressée également fixe se trouve au-dessus du cylindre.

La compression se fait dans un moule au moyen d'un piston inférieur et d'un piston supérieur. Ces deux pistons peuvent être chauffés à la vapeur pour éviter l'adhérence de la brique pressée au moule. Le système est disposé de manière à permettre le départ de l'air. Le moule est maintenu par deux montants verticaux sur lesquels il peut s'élever jusqu'à une certaine hauteur pendant la pressée. L'alimentation du moule en terre fine est assurée par un réservoir surmonté d'un entonnoir. Un levier a pour but d'amener rapidement le moule au-dessus du piston, de manière à éviter toute sortie de la composition à presser entre les bords du moule et le piston. Un jeu de soupapes permet le départ de l'eau ayant servi à donner la basse pression et la haute pression. Un levier sert à cette commande; son mouvement est réglé au moyen d'un excentrique. Le remplissage du moule nécessite un mouvement d'arrière en avant et d'avant en arrière qui est donné par ce levier ; ce levier agit également au moment du démoulage.

La durée d'une pressée est de 7 à 7,5 secondes; et la production de la presse est de 4 500 à 5 000 briques par jour avec un seul moule à la presse.

Le succès, d'après l'auteur du procédé, dépend de quatre données :

L'humidité ;

La dimension des grains ;

L'intensité de la pression donnée ;

La durée de cette pression.

Ces conditions doivent être déterminées avec soin si l'on désire une fabrication irréprochable.

Le procédé de façonnage par pressage à sec a l'avantage de permettre l'emploi des terres à briques telles qu'on les trouve sans addition de corps amaigrissants.

Les presses destinées à travailler à sec les terres sont soit construites avec des moules fixes, soit avec des moules mobiles portés sur un plateau tournant. Nous avons eu l'occasion de parler déjà de ces modèles.

28. — On a construit plus récemment un modèle de presse à choc, dit presse de Dorsten, qui s'applique également bien au pressage à sec.

La pression est donnée par la chute libre d'un mouton pesant 400 kilogrammes. L'élévation est produite par un jeu de cames ainsi que la chûte du mouton. Ce mouton vient presser la terre contenue dans un moule qu'un mécanisme convenable emplit et vide automatiquement. Le mouton est supporté par une pièce formant étrier, à l'intérieur duquel se meut le jeu de cames. Un système de cames règle également l'entrée de la terre en poudre et la sortie de la brique moulée.

29. Prix de revient du façonnage des briques. —

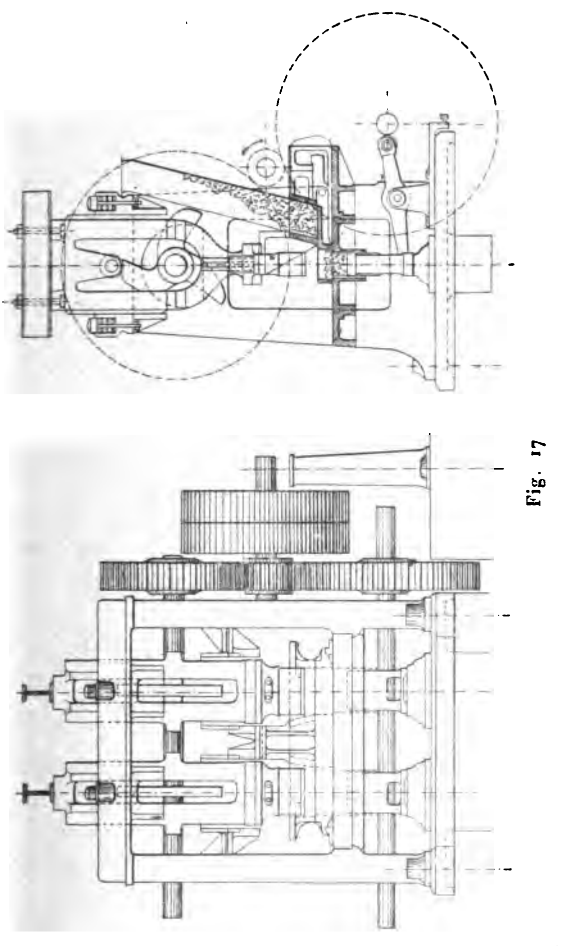


Fig. 17

Le façonnage à la main, dans les briqueteries de cam-

pagne, peut varier dans d'assez grandes limites. Peu élevé dans le Nord de la France, en Belgique, il est plus coûteux dans d'autres régions. Si l'on admet une moyenne de 2 francs à 2 fr. 50 le mille pour les régions citées, on peut admettre le double pour la Normandie, par exemple. Dans ces prix, la préparation de la pâte est comprise, ainsi que l'ébarbage, la mise en haie et la surveillance jusqu'à la mise au four. L'extraction de la terre est un travail spécial payé à part.

D'après M. Lefèvre, auquel nous empruntons ces renseignements, dans une usine travaillant à la main, mais préparant sa pâte mécaniquement et utilisant une locomobile pour actionner ses malaxeurs, on arriverait à 3 francs de façonnage par mille.

Dans une fabrique travaillant mécaniquement, c'est-à-dire employant des machines à humecter pour réduire la terre en pâte, des malaxeurs pour la préparer, des machines à filières et une machine à vapeur de 40 chevaux, on arriverait, avec les frais d'extraction, à 6 fr. 85 le mille avec le rebattage. Ceci s'appliquant à une usine produisant de 25 à 30 000 briques par jour. En faisant le calcul pour la fabrication en pâte sèche, le même auteur arrive à 6 fr. 65.

D'après des renseignements personnels communiqués par M. Czerny, d'autre part, le façonnage à sec ne serait applicable, d'une manière rémunératrice, que pour une production annuelle d'au moins trois millions de briques. Les frais de façonnage ne seraient plus que de 2 fr. 83 par mille, il est vrai que, dans le pays pour lequel le calcul a été fait, le prix de revient du façonnage en pâte molle ne serait que de 3 fr. 70.

Il ne faut considérer ces renseignements que comme

des aperçus très généraux qui permettent de se rendre compte très superficiellement de la question.

La belle brique, bien faite, de bon aspect et bien régulière, aura évidemment le pas, sur le marché, sur une brique grossière. Elle pourra donc supporter une plus value.

Si nous comparons la fabrication en pâte sèche avec la fabrication en pâte molle, en France, nous voyons que la première coûte plus cher de façonnage, mais, en revanche, elle supprime les séchoirs et bien des manœuvres.

Les prix communiqués par M. Czerny s'appliquent à la fabrication totale et justifieraient assez cette manière de voir.

§ 2. — Dessiccation des briques

30. — Le séchage des briques se conduit de deux manières essentiellement différentes : le séchage sans apport de chaleur artificielle, ou séchage à l'air libre, et le séchage artificiel, dans lequel on met à contribution de l'air chaud que l'on envoie sur les briques.

Autrement dit, on peut sécher des briques au moyen d'un grand volume d'air à la température ordinaire ou recourir à l'emploi d'un volume d'air limité à température plus élevée que l'air ordinaire.

Le séchage étant dû à l'évaporation de l'eau renfermée dans les briques ne peut se produire sans absorption de chaleur. On sait que la quantité d'eau en vapeur que peut renfermer l'air varie avec la température. Cette quantité d'eau ne peut dépasser un maximum établi pour chaque température et quand cette quantité est atteinte, autre-

ment dit quand l'air est saturé, sa capacité d'entraînement vis-à-vis de l'eau est nulle. Si à un certain moment même la température de cet air venait à être réduite, une partie de la vapeur d'eau se déposerait immédiatement. La quantité d'eau perdue par l'air correspondrait à celle en excès par rapport au poids de vapeur capable de saturer l'air dans les nouvelles conditions de température.

L'air employé comme agent desséchant ne peut donc enlever aux corps pouvant lui céder de l'eau et avec lesquels il est en contact, que ce qui lui manque pour être saturé. Comme l'air a une capacité de saturation d'autant plus grande que sa température est plus élevée, on comprend aisément que l'air enlèvera aux corps humides d'autant plus d'eau qu'il sera plus éloigné de son point de saturation.

En introduisant un corps humide dans une atmosphère chaude, l'humidité sera d'autant plus vite enlevée que l'atmosphère sera à température plus élevée. L'humidité se dégagera jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre soit obtenu. Ou bien le corps humide sera desséché complètement, ou bien le corps et l'eau qu'il renferme, l'air et la vapeur d'eau qu'il contient atteindront une température uniforme et, dans ce cas, l'air sera complètement saturé de vapeur d'eau et, par suite, incapable d'en absorber de nouvelles quantités.

Pour donner une idée rapide de la quantité d'air que peut saturer 1 kilogramme de vapeur d'eau, nous allons donner les volumes d'air qui, sous la pression de 760 millimètres, contiendront cette quantité à l'état de saturation de 5° à 50°.

Température	Air en kilogrammes	Volume du mélange
5°	185,15	147^{mc},0
10	130,12	106, 4
15	95,24	78, 7
20	68,97	58, 5
25	50,38	43, 8
35	27,56	25, 5
50	11,67	12, 1

On voit combien la quantité nécessaire d'air pour entraîner l'eau à l'état de vapeur diminue rapidement.

Dans la troisième colonne du tableau, nous avons indiqué les volumes correspondants.

L'air saturé de vapeur d'eau est notablement moins lourd que l'air sec, ainsi, si nous calculons les poids d'un mètre cube d'air sec et saturé à 15°, nous trouvons : 1 kg. 230 et 1 kg. 218 sous la pression de 760 millimètres.

L'air, tel qu'il nous entoure, renferme toujours plus ou moins d'humidité, ordinairement, il renferme 60 % de la quantité nécessaire pour la saturation. Dans les temps humides, la saturation peut être atteinte, mais dans les temps secs, on n'arrive jamais à la sécheresse absolue et l'air, dans ces conditions, contient encore 40 % de la quantité nécessaire pour la saturation. Il est fort rare que la quantité d'eau soit inférieure à cette limite de 40 % de la saturation.

Dans le séchage à l'air libre, il faut considérer que l'air, sans aucun secours calorifique extérieur, devra enlever les trois quarts environ de l'eau contenue dans la brique.

Une brique contient, en moyenne, 1 kilogramme d'eau, il faudra donc vaporiser 750 grammes. A 15°, cette quantité d'eau réclame 447 calories pour son évaporation. Avec 1 cal. 24 par heure, apportée par l'air, il faudrait quinze jours pour atteindre la dessiccation complète. Pour obtenir cette quantité de chaleur, en admettant que la température s'abaisse de 1°, il faudra 0,00237 étant la chaleur spécifique de l'air

$$\frac{1,24}{1 \times 0,00237}$$

soit 5 kg. 23 d'air pour fournir la quantité de chaleur par heure. Un semblable poids d'air correspond à $4^{m3},25$ à 16°. En supposant que la brique ait une section de 200 centimètres carrés, la vitesse de l'air devrait être de $212^{m},5$ à l'heure, vitesse beaucoup trop rapide. Si, de plus, cet air renfermait 60 % d'humidité, il en contiendrait 68 % après avoir passé sur les briques en s'abaissant de 1°.

On voit, par ce calcul, que la dessiccation à l'air libre doit être fort longue.

31. **Dessiccation à l'air.** — On pose les briques, aussitôt leur fabrication, sur l'aire dont nous avons parlé et on les abandonne à sécher jusqu'à ce que leur raffermissement soit assez avancé pour que leur maniement puisse se faire sans déformation. Cet inconvénient ne se produit pas avec les briques pressées qui sortent de la machine avec une résistance suffisante.

Au bout d'une période qui varie de douze heures avec un beau temps à quarante-huit heures avec un temps couvert, la dessiccation préliminaire des briques moulées

est suffisante. Elles ont acquis la consistance du cuir. On les pare alors en enlevant les bavures et les frappant sur toutes les faces avec une batte. Quelquefois, les briquetiers de campagne rebattent ces briques à la machine. Ils se servent, pour cela, d'une presse à rebattre (voir la fabrication mécanique) qui provoque un serrage puissant de la masse et donne une forme bien régulière.

Les briques ne sont pas encore assez sèches pour subir la cuisson. On les dispose alors en *haies* ou *gambettes*. Les haies ne sont pas édifiées directement au ras du sol. On fait une banquette de terre, surélevée de 10 à 20 centimètres, ayant de 1 mètre à 1^{m},20 de large et sur laquelle on dispose les briques. La surélévation évite, en cas de pluie, le mouillage des pieds des briques. On commence par poser trois à quatre rangs de briques seulement. Une charge, plus grande, au début, amènerait l'écrasement des rangs inférieurs. On laisse sécher un peu ces premiers rangs, puis on continue d'élever des couches de briques jusqu'à seize ou dix-huit rangs au maximum. La pluie aurait naturellement une action néfaste sur des briques crues, aussi a-t-on le soin de recouvrir le sommet avec des paillassons ou bien encore avec des tuiles. On

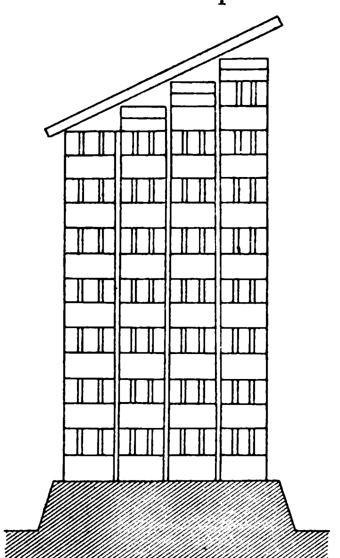


Fig. 18

donne au toit, ainsi formé, une petite inclinaison en diminuant chaque rang d'une brique. Ces haies ont, ordinairement, 2 mètres de hauteur sur une largeur de quatre briques en longueur.

Cette dessiccation en plein air est évidemment très économique, mais elle n'est sûre que dans les contrées chaudes et sèches. Dans les régions froides et humides, on est donc exposé à de fâcheux mécomptes si une pluie trop abondante ou trop prolongée vient ramollir les briques mises à sécher.

Dans quelques briqueteries de campagne, assurées de travailler pendant une période suffisante dans le même lieu, on perfectionne le matériel de séchage en installant de petites hallettes sous lesquelles on séchera les briques avec plus de sécurité. Ces hallettes sont construites en bois plus ou moins bien équarri et couvertes en chaume.

Le séchage en haies, quand il est pratiqué dans une usine fonctionnant régulièrement, demande certains frais qu'il ne faut pas croire négligeables.

Le prix d'installation d'un champ de haies, pour une production d'un million de briques par an, varie de 3 à 5 000 francs suivant l'installation. Le total des frais annuels est rarement inférieur à 500 francs. De plus, les intempéries et la manipulation amènent des détériorations dans les briques qui ne peuvent guère être réduites à moins de 5 % de la fabrication.

La manipulation des briques et leur transport reviennent à 2 fr. 50 au minimum par mille, ce qui fait que le travail que l'on doit effectuer depuis que la brique a quitté le moule ou la machine jusqu'au moment d'entrer dans le four, coûte bien de 3 francs à 3 fr. 50 par mille.

Quand on sèche les briques sous des hangars, il est

important de ne pas multiplier les étagères, car on accumulerait trop d'humidité et, par conséquent, on retarderait la dessiccation.

Pour installer les étagères, on prendra des planches de 70 centimètres qui pourront contenir 7 briques de champ espacées ou bien 5 briques posées à plat. Ces planches seront portées par des bouts de lattes fixés sur des montants verticaux. On pourra construire l'étagère avec neuf étages. Pour une longueur de 5 mètres, on aura environ 756 briques.

Un hangar, de 46 mètres sur 11 mètres, pourra abriter une soixantaine de ces étagères, ce qui lui donnera une capacité de 45 360 briques. Les briques étant supposées rester trois semaines au séchoir, on pourra sécher, par semaine, 15 120 briques et, par an, 350 000 briques.

Un hangar de ce type coûte 5 francs le mètre courant, ce qui fait 2 500 francs pour le type indiqué, non compris les étagères.

31. **Séchage artificiel.** — On peut sécher des briques dans des appareils spéciaux reposant sur différents principes. Voici à quels types principaux on peut les ramener :

1° Emploi de chaleur fournie par circulation, c'est-à-dire d'air chauffé dont la température s'abaisse et qu'on renouvelle ou réchauffe partiellement quand il est chargé d'humidité ;

2° Emploi de chaleur fournie par conductibilité, c'est-à-dire par contact des produits avec la source de chaleur, l'air étant fourni légèrement chauffé pour absorber l'humidité ;

3° Emploi de chaleur fournie par rayonnement de sa

source, en fournissant de l'air à une température modérée pour dissiper l'humidité.

Dans la pratique, c'est la seconde manière d'opérer qui fut adoptée la première, puis on combina la seconde et la première dans la pratique. Actuellement ce sont les propositions 1 et 3 qui sont le plus en vogue et que l'on utilise soit seules, soit combinées.

Il est facile de calculer la quantité de chaleur nécessaire pour évaporer l'eau contenue dans la brique.

En partant d'air à 0°, considéré comme sec et chauffé à 25°, puis supposé sortir du séchoir à 12° on trouve que l'évaporation de 1 kilogramme d'eau nécessite 194 kil. 12 d'air et que la chaleur nécessaire pour élever la température de l'air de 0° à 25° est de 1 150 calories. Cette quantité de chaleur ne sert qu'à échauffer l'air et comme il y a les briques à échauffer en plus on voit qu'elle est déjà trop faible.

Le tableau suivant indique les quantités de chaleur et d'air nécessaires pour enlever 1 kilogramme d'eau à l'état de vapeur entre deux températures déterminées.

Entrée	Sortie	Poids d'air	Chaleur nécessaire
25°	12°	194,12 kilogs	1 150 calories
38°	17°	120,48 »	1079 »
54°	22°	78,74 »	1 000 »
73°	27°	53,47 »	930 »
97°	32°	37,73 »	870 »

En pratique, la quantité de chaleur indiquée par ce tableau doit être augmentée de 50 % pour permettre le ré-

chauffement des murs du séchoir, compenser les pertes par rayonnement et réchauffer les briques. De plus il n'est pas possible d'obtenir la saturation de l'air sortant du séchoir.

Pour arriver à provoquer le mouvement de l'air on est obligé de munir le séchoir de cheminées d'appel pour aider à l'évacuation de l'air chargé d'humidité et d'employer également des ventilateurs pour vaincre les diverses résistances offertes au passage de l'air.

Les dispositifs donnés aux séchoirs peuvent se ramener à trois types principaux :

1. *Séchoirs chauffés et aérés.*

a) Séchoirs placés au-dessus des fours utilisant la chaleur perdue par radiation et par refroidissement des produits cuits ;

b) Séchoirs pourvus d'une canalisation dans le sol, chauffée par les chaleurs perdues du four, des foyers à coke ou de la vapeur ;

c) Séchoirs pourvus de carneaux ou tuyaux séparés du sol, également chauffés par de la chaleur perdue ou des foyers ou de l'eau chaude ;

2. *Séchoirs chauffés et ventilés contenant des produits stationnaires.*

a) Séchoirs placés au-dessus ou contre les fours avec dispositifs spéciaux pour courant d'air;

b) Séchoirs munis de carneaux de chauffage et de cheminées d'appel ;

c) Séchoirs munis de calorifères séparés avec ventilateurs et cheminées d'appel ;

d) Séchoirs ayant des chambres isolées ou disposés en tunnel, ventilés et employés d'une façon intermittente.

3. *Séchoirs chauffés et ventilés, contenant des produits qui avancent et sèchent progressivement.*

a) Séchoirs ventilés dans la direction opposée à la marche des produits ;

b) Séchoirs ventilés dans la même direction que la marche des produits.

Cette classification, empruntée, ainsi que de nombreux détails, à une intéressante étude[1] du séchage de M. Ipperseel, a l'inconvénient, à notre avis, d'être un peu trop détaillée. Nous nous limiterons à l'examen de quelques types de séchoirs sans présenter au lecteur une série de dispositifs correspondant à chacun des genres de séchoirs mentionnés plus haut.

32. **Séchoirs aérés et chauffés.** — Le mot aéré a été introduit dans cette désignation d'un groupe de séchoirs par opposition à ventilé pour indiquer que l'air qui emporte l'eau des produits n'est pas expulsé du séchoir par un dispositif de ventilation quelconque.

La première source de chaleur à laquelle on doit penser, puisqu'elle ne coûte rien, c'est la chaleur abandonnée par les fours en refroidissement.

La solution la plus simple est de disposer des supports au-dessus et au voisinage du four et d'y placer les briques, mais on peut opérer rationnellement et aspirer l'air chaud qui avoisine le four et l'envoyer dans des séchoirs. Les modèles de séchoirs sont fort nombreux et nous ne pouvons les examiner tous.

La façons la plus en vogue de faire usage de la chaleur perdue se combine avec les fours continus du type Hoff-

[1] Ipperseel, 1.

mann. On peut mettre des briques en haies sur toute la partie supérieure du four, il suffit de laisser des passages suffisants pour ne pas contrarier la manœuvre du four, mais ordinairement on dégage complètement le dessus du four et établit le séchoir au-dessus, laissant toute la surface libre. Cette construction est coûteuse et nécessite des frais de manutention ; de plus, pendant l'hiver elle ne garantit pas les produits contre la congélation dans les pays froids.

Comme autre exemple d'un séchoir analogue, nous représentons plus loin un four Bock sans voûte avec son séchoir. Ici les étagères sont disposées non plus au-dessus mais autour du four, ce dernier étant enterré dans le sol (fig. 25)..

Les séchoirs du type *b* sont très employés en Angleterre mais leur utilisation reste confinée en ce pays.

M. Sabine, à Overseal, a imaginé un système de séchoir de ce genre chauffé à la vapeur dont l'originalité consiste dans la construction du plancher en briques creuses à deux canaux que travers la vapeur.

Le séchoir Keller, qui a obtenu en Allemagne une réputation rapide, se compose de tunnels de 25 mètres de long, séparés les uns des autres par des cloisons en bois ou en maçonnerie.

La chaleur est fournie par deux tuyaux de vapeur installés à quelques centimètres du sol de chaque côté sur toute la longueur du tunnel. Tout le long des tunnels sont disposées des étagères. Pour simplifier la manœuvre on amène les briques dans le séchoir avec une brouette spéciale qui se charge et se vide de briques mécaniquement. Cette brouette porte une série de bras mobiles pouvant prendre la position horizontale ou inclinée vers la terre au

moyen d'un levier. En l'amenant devant une étagère dont les liteaux correspondent en hauteur et en distance à ceux du tunnel, puis manœuvrant le levier, on élève les bras de la brouette qui soulèvent simultanément toutes les palettes en les dégageant de leur support. La brouette chargée, roulant sur rail, est conduite au tunnel et introduite à l'endroit où ont été déposées les dernières briques. On relève alors le levier, ce qui permet aux palettes de descendre sur les liteaux des cloisons du tunnel où elles restent jusqu'à complet séchage. Pour vider le tunnel on fait la même manœuvre mais par l'autre extrémité.

Ces tunnels sont à fonctionnement intermittent mais donnent néanmoins de bons résultats économiques. Il faut, par exemple, un certain nombre de ces tunnels pour une exploitation moyenne. Pour 10 000 briques par jour de production, 14 tunnels sont nécessaires, la dessiccation durant de 3 à 4 jours. Une installation pour cette production reviendrait à 20 000 francs. Trois wagons-brouettes et deux hommes suffisent pour le placement des briques.

33. **Séchoirs ventilés avec produits à sécher immobiles.** — Beaucoup de séchoirs placés au-dessus des fours ou contre ceux-ci ont été imaginés. Ceux qui nous intéressent utilisent la chaleur perdue des fours et sont pourvus d'appareils spéciaux de contrôle des courants d'air.

L'un des séchoirs de cette catégorie est celui d'Hotop. Il comprend deux galeries disposées des deux côtés du four Hoffmann, garnies d'étagères chargées de briques dans lesquelles on peut faire pénétrer de haut en bas de l'air chauffé par le four. Dans le dispositif on a prévu l'emploi d'appareils de chauffage supplémentaires pour augmenter le rendement.

34. **Séchoirs avec produits mobiles.** — Dans le dernier groupe de séchoirs que nous étudierons nous avons à envisager un dispositif tout nouveau. Les produits traversent un tunnel chauffé ; ils entrent humides et sortent au degré voulu de sécheresse. Le rendement est naturellement d'autant meilleur que l'air envoyé est plus chaud.

Le séchoir Pfeiffer et Möller est un des plus récents et des plus parfaits appareils construits sur ces données ; nous allons le décrire de préférence à tout autre.

Le séchoir tunnel Möller et Pfeiffer se compose d'un tunnel en maçonnerie que traversent, d'une manière régulière et automatique, les produits à sécher portés par des wagonnets. La meilleure disposition est de placer les presses à l'entrée du tunnel et de disposer sa sortie près du four de manière à réduire au minimum la manutention.

La sortie du tunnel est fermée par une porte que l'on n'ouvre que pour la sortie des produits secs.

Comme le séchoir fonctionne jour et nuit comme les fours continus, il faut s'assurer de quoi garnir le séchoir pendant la nuit et fabriquer assez de briques dans la journée pour avoir une réserve suffisante pendant la nuit.

Le séchoir est traversé par des voies ferrées parallèles sur lesquelles sont dirigés les wagonnets. Un treuil mécanique, installé près de la porte, refoule les wagonnets.

En 24 heures on peut sécher suffisamment les briques pour les porter dans le four. La dessiccation est réglée de manière à être lente au début, puis à accélérer son allure quand elle touche à la fin. A ce moment les accidents ne

sont plus à craindre. La température va en s'élevant de 20° à 110° au minimum, on peut même la pousser jusqu'à 140°. Par suite de son échauffement graduel, l'air est de plus en plus capable d'absorber de l'eau au fur et à mesure qu'il avance dans le tunnel, en se dirigeant de l'entrée vers la sortie du séchoir, c'est-à-dire de l'extrémité froide jusqu'à l'extrémité chaude.

Le séchoir est muni dans toute sa longueur de tuyaux destinés au chauffage placés de chaque côté des voies ferrées. Dans la partie froide du séchoir, partie qui est la plus longue, ce sont des tuyaux à ailettes qui échauffent l'air, ils sont traversés par de l'air chaud déjà chargé d'humidité par suite de son passage sur les produits à sécher. A ce premier mode de chauffage fait suite une autre série

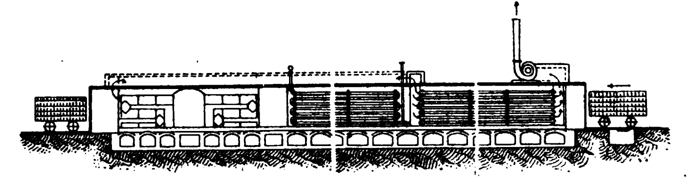


Fig. 19

de tuyaux, alimentés cette fois par la vapeur d'échappement d'une machine motrice ; enfin, à la fin du tunnel, un calorifère élève la température de l'air à son maximum.

L'air du séchoir est mis en mouvement par des ventilateurs qui le forcent à circuler sur les produits à sécher et sur les tuyaux chauds. Ces ventilateurs, placés de 5 mètres en 5 mètres, chassent l'air perpendiculairement à l'axe et lui font traverser successivement les files de tuyaux.

Après avoir traversé successivement tous les produits placés sur les wagonnets et les tuyaux de chauffage qui sont voisins, l'air est appelé par le ventilateur qui le force à circuler dans un caniveau situé au-dessous du sol avant de retourner se mettre en contact avec les produits et de recommencer plus avant un semblable parcours. En outre de ce mouvement transversal, l'air reçoit un mouvement dans le sens longitudinal en passant de l'extrémité froide jusqu'à l'extrémité chaude. Le mouvement dans le sens longitudinal est obtenu par un aspirateur qui enlève l'air saturé d'humidité en le forçant à se rendre, par les tuyaux

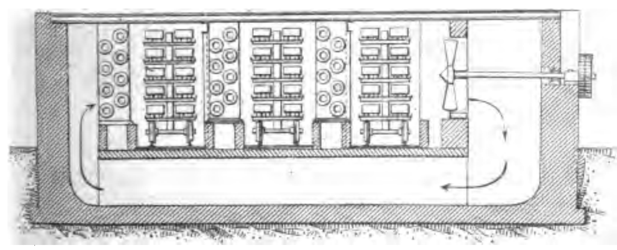


Fig. 20

condenseurs, de l'extrémité la plus chaude vers l'extrémité la plus froide. Cet air saturé est continuellement remplacé par de l'air frais, puisque l'entrée du tunnel n'est jamais fermée pendant le fonctionnement du séchoir. L'air saturé est lancé dans les tuyaux qui chauffent la première partie du séchoir, la condensation de la vapeur d'eau est très bien utilisée.

Dans le séchoir de Fouché on utilise aussi le passage d'une grande quantité d'air sur des produits humides. Ce séchoir, formé d'un tunnel que traversent les produits, est placé au voisinage du four, de manière à pouvoir y puiser

de l'air plus chaud que l'air ambiant. Sa place la mieux comprise est entre deux fours parallèles sur un plancher les reliant. Pour surveiller l'évaporation, on observe un psychromètre placé à l'entrée et un thermomètre disposé à la sortie.

Le séchoir Möller et Pfeiffer, avec un tunnel long de 53 mètres, peut contenir 20000 briques, mais il revient à environ 3000 francs par 1000 briques. Comme il sèche rapidement, il ne peut s'appliquer qu'à des terres pouvant subir une dessiccation rapide. Les inventeurs indiquent que les argiles délicates se comportent bien dans leur appareil.

33. — Sans entrer dans une discussion approfondie des prix de revient des divers modes de dessiccation, nous adopterons les chiffres moyens suivants :

Le séchage en haies coûte.	3 fr. »» à 3 fr. 75	le mille
Le séchage sur plancher chauffé à la vapeur . .	2 fr. 75 à 3 fr. »»	»
Le séchage en tunnel de .	1 fr. 75 à 2 fr. 75	»

Ce dernier type présente des avantages réels en outre au point de vue des manipulations qui sont réduites au minimum et de la rapidité.

§ 3. — Cuisson des briques

34. — Dans beaucoup de briquetteries de campagnes, l'installation est absolument passagère. Il s'agit simplement de fabriquer un certain nombre de briques dont on a besoin, et c'est tout. On devra donc opérer la cuisson

sans appareil spécial, c'est ce que l'on réalise avec la *cuisson à la volée* ou *en meule*.

Sur un sol bien nivelé et un peu plus élevé que le terrain environnant, afin d'éviter que la pluie n'y séjourne, on dispose des rangées de briques parallèles. De mètre en mètre, on laissera un espace qui correspondra à l'ouverture d'un foyer. On posera ensuite, sur ces premières rangées, des briques placées perpendiculairement qui formeront un second rang. En croisant toujours les briques, on échafaudera un troisième, puis d'autres rangs (la figure ci-contre montre l'édification d'une meule). Au cinquième ou sixième, on ne tient plus compte de l'existence des ouvertures de foyers et l'on pose ses briques sur toute la surface. On a eu la précaution, avant de fermer les conduits, d'introduire du bois, des copeaux pour permettre l'inflammation du combustible servant à la cuisson. Sur le sixième rang, on étale une couche de charbon maigre et menu, et l'on continue à poser des briques. Tous les trois rangs on répète l'addition de charbon, mais on n'attend pas la complète édification du four pour commencer la cuisson. Aussitôt les huit premiers rangs posés, on allume. Ces premiers rangs forment ce qu'on appelle le pied.

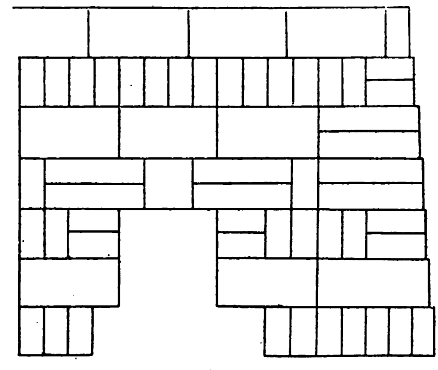


Fig. 21

Une fois le four en route, on continue l'addition des briques en tenant compte de l'allure du feu. Au début, on ne place guère, chaque jour, que trois à quatre rangs. Ces rangs ou *camps* se placent naturellement successivement.

Pour construire un semblable four, il faut disposer d'au moins 100 000 briques, certaines meules contiennent jusqu'à un million de briques, mais, ordinairement, les meules ne renferment que quelques centaines de mille. Les meules ont en moyenne 7 mètres de hauteur et occupent de 100 à 200 mètres carrés.

La conduite de la cuisson demande des ouvriers exercés. Un semblable four doit être protégé des coups de vent autant que possible. On empêche les entrées d'air latérales en recouvrant d'argile les parois. Pour s'abriter du vent, on se sert en outre de paillassons placés verticalement et que l'on pose dans la direction la plus exposée.

On modère la combustion en diminuant les sections des entrées d'air. Quand on voit le dernier camp jaunir, c'est signe que le feu est proche, il faut donc poser un second camp et, si l'on redoute un coup de feu, on placera plusieurs camps. La cuisson va naturellement le plus vite dans les régions les plus aérées ; s'il est des parties du four où le feu semble dormir, on devra donc se garder d'y jeter du combustible, car on l'étoufferait.

D'habitude, une fois le dernier camp posé, on laisse passer la nuit et ne pose un nouveau rang que lorsqu'on voit le feu à travers les briques placées la veille. On empêchera, au besoin, une surchauffe en jetant du sable.

La cuisson à la volée n'est pratique que par un beau temps ; la pluie, naturellement, venant à tomber sur un

four en marche, ne peut que provoquer des accidents, et il est difficile de protéger les briques.

En opérant comme nous venons de l'indiquer, il faut s'attendre naturellement à un assez grand déchet. Les briques des parois ne sont qu'imparfaitement cuites, en effet, et à l'intérieur on trouve des régions ayant subi des coups de feu.

On compte pour une meule de 500 000 briques sur 80 000 briques insuffisamment cuites.

La cuisson à la volée est employée très fréquemment, même dans les briquetteries qui ont leur durée assurée pour quelque temps parce qu'elle dispense de la construction d'un four.

Quand on le peut, on construit le pied du four avec des briques déjà cuites, ce qui donne de la solidité.

La conduite d'une meule demande 10 à 15 hommes, suivant son importance. Le cuiseur commande la marche du four ; il a sous ses ordres des aides ou entre-deux qui lui passent les briques et des manœuvres qui, à l'aide de brouettes, portent les briques du séchoir au four. On compte sur une consommation de houille fine de 230 à 260 kilogrammes par mille. Dans certaines régions on se sert de tourbe.

La manière de construire les meules, surtout les pieds de meules, varie suivant les régions ; aussi nous contentons-nous de reproduire un type.

35. — Nous avons fait ressortir plus haut les inconvénients de la cuisson en meules. Pour y remédier, on a cherché, de diverses manières, à corriger l'insuffisance de cuisson des briques extérieures et à protéger la meule des coups de feu.

Quelquefois, on élève la meule entre trois murs rectangulaires, l'ouverture étant disposée du côté où le vent est moins fréquent.

Une autre modification consiste à cuire entre deux murs percés de petites portes à la partie inférieure et qui formeront les trous de charge. On élève la meule en s'appuyant sur ces murs, et l'on ménage devant les portes des conduits. C'est dans ces conduits que l'on jettera le combustible. La cuisson ainsi opérée est intermédiaire entre la cuisson en meules et la cuisson en four. Quelquefois, pour empêcher l'influence de la pluie, on dispose de semblables fours sous un grand hangar, construit le plus simplement possible, mais ceci n'a lieu que lorsque l'installation est prévue pour une certaine durée.

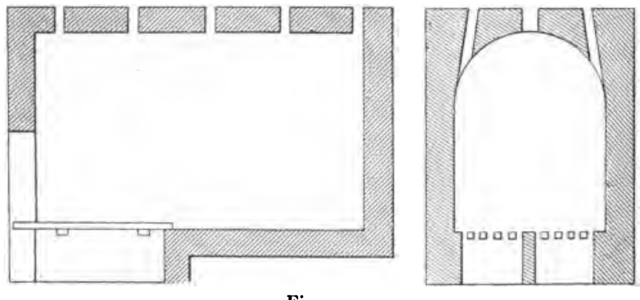


Fig. 22

36. — Les petites briqueteries, installées à la campagne, se servent aussi de fours quand elles ont une durée assurée pour quelques années.

Voici un type de ces fours.

Le four comprend une cuve quadrangulaire dont la sole est percée de carneaux. La sole est supportée par deux

files d'arceaux dans lesquelles s'effectue la combustion. Les flammes traversent le four dans toute sa hauteur.

On a soin de ménager au moins une porte dans une des parois pour faciliter l'enfournement et le défournement. Les briques sont placées assez serrées, tout en ayant soin de ménager entre elles des cheminées offrant aux flammes un passage. Ordinairement arrivé à la moitié de la hauteur du four, on place les lits de brique de champ sans plus se préoccuper de l'existence des cheminées. Ces lits de briques sont posés de manière à ce que les briques se croisent toujours à angle droit.

Un four de cet ordre pourrait être cuit au bois, avec des fagots, mais alors les grilles que l'on voit en avant sur la figure n'ont plus de raison d'être ; elles sont, en effet, supprimées dans la cuisson au bois. On allume le bois sur le sol lui-même. On cuit doucement d'abord, puis fait monter progressivement la température en poussant le combustible jusqu'au fond pour avoir une cuisson plus égale. Dans le cas de la cuisson au charbon, on utilise alors des grilles. Certains pays emploient aussi la tourbe comme combustible.

On estime en moyenne à 9 francs la dépense de fagots pour cuire 1 000 briques. Pour la cuisson à la houille, on consomme 150 kilogrammes par mille.

Ce genre de four est construit ordinairement avec des dimensions restreintes, soit $3^{m},50 \times 3$ mètres de surface de sole et 3 mètres de hauteur.

Le manque de toiture est un gros inconvénient auquel le plus simple est de remédier en construisant une voûte et fermant le four en y laissant une cheminée. Pourtant les fours ainsi construits existent encore en grand nombre, sous des formes très variées.

On se sert aussi de fours fermés, comme celui représenté figure 22.

La brique de campagne est peu coûteuse, mais elle manque d'aspect. Cuite à la volée, elle n'offre pas la régularité de la brique de fours, aussi ne peut-elle être employée que dans des travaux d'ordre secondaire et encore dans certaines régions lui préfère-t-on la brique faite dans les usines, qui est plus chère, mais plus régulière et aussi de meilleure qualité.

37. **Cuisson en fours continus.** — Les usines qui produisent de grandes quantités de briques cuisent en fours continus, à quelques exceptions près.

Dans le four continu, au lieu de laisser perdre la chaleur abandonnée pendant le refroidissement, on utilise cette dernière à l'échauffement de l'air nécessaire à la combustion, et d'autre part les gaz chauds sortant sont employés pour sécher et échauffer des produits froids et imparfaitement secs.

Avec un appareil convenablement construit, on peut donc concevoir qu'en marche normale on aura, en présence toujours, trois sortes de produits :

1° Des produits cuits encore chauds que l'on utilise pour chauffer de l'air en se refroidissant. Cet air chaud sera envoyé sur le combustible et donnera naturellement une combustion plus avantageuse comme rendement calorifique, puisque l'air arrivera déjà porté à une température beaucoup plus élevée que la température ambiante. On réalisera donc l'économie de la quantité de chaleur nécessaire pour le porter à cette température, économie qui se traduira par une température de combustion plus élevée ;

2° Des produits que l'on cuit et pour lesquels on n'aura qu'une dépense de chaleur moins importante que celle qu'il faut employer pour la cuisson en four ordinaire, puisque la dépense de combustible ne commencera pas sur des produits froids, mais sur des produits déjà chauffés et séchés ;

3° Des produits crus et froids, sortant des séchoirs, mais renfermant encore de l'eau que l'on va chasser en même temps que l'on échauffera les produits au moyen des gaz perdus du four.

Un appareil, réalisant ce desideratum, peut être très simple, il peut être représenté par une galerie dont une tranche est remplie de produits venant d'être cuits et, par conséquent, encore chauds, la tranche suivante comprendra les produits que l'on chauffe et dans une troisième tranche seront les produits crus à sécher. Avec un courant d'air allant des produits cuits aux produits crus, on réalisera le processus décrit plus haut.

Les fours continus réalisés jusqu'à ce jour appartiennent à deux types distincts : les fours à foyers mobiles et les fours à foyers fixes.

38. **Fours continus à foyers mobiles.** — Hoffmann, un des premiers, a réalisé un four continu des plus simples.

Ce four se composait, dans l'idée primitive de l'inventeur, d'une galerie circulaire dans laquelle on avait accès par une série de portes équidistantes. De place en place, on a ménagé dans la galerie des ouvertures permettant, à l'aide de registres, de faire communiquer la galerie avec une cheminée centrale.

Quand un four de ce système est allumé pour la pre-

mière fois, il faut se servir d'un foyer auxiliaire destiné à chauffer une première masse de briques. On ouvre alors le registre placé à l'extrémité du tas de briques et relie ainsi la portion du four en feu avec la cheminée. Au début, on fermait le four aussitôt après la sortie dans la cheminée au moyen d'un registre en tôle que l'on pouvait faire glisser dans une ouverture spécialement aménagée. Aujourd'hui on emploie plus commodément une feuille de papier que l'on brûlera quand on voudra ouvrir la galerie aux gaz chauds.

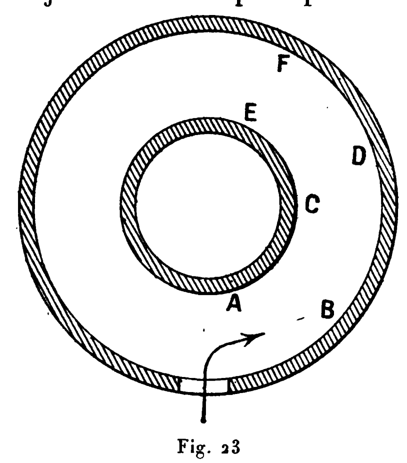


Fig. 23

Pendant que les briques cuisent, on enfourne des briques crues dans la galerie. Une fois que les briques sont rouges, on cesse de se servir du foyer auxiliaire et l'on introduit le combustible par des ouvertures ménagées dans la voûte du four. Le combustible est pris sous forme de charbon fin qui brûle alors sur les produits. On a soin de ménager, au-dessous des trous de charge, des puits dans lesquels on recevra le combustible et les briques seront disposées de manière à ne pas présenter une surface lisse. Le puits se rétrécit vers sa base et présente des briques en retrait qui retiennent du combustible de façon à ce que la combustion ait lieu dans toute la hauteur de la galerie.

Au bout d'un certain temps, on place un registre der-

rière le tas de briques crues et supprime celui qui se trouvait derrière les briques en cuisson en même temps que l'on avance la sortie dans la cheminée. Les gaz chauds vont alors passer sur les briques fraîches, les échauffer et les sécher. Pendant la cuisson, on ne cesse pas d'enfourner de nouvelles briques, de sorte qu'il arrivera un moment où la région AB sera cuite, BC très chaude et CD froide et remplie de produits crus. On refera alors la même manœuvre que précédemment, c'est-à-dire que l'on enlèvera le registre placé en B et ouvrira une sortie près de EF, derrière laquelle sera placé un nouveau registre.

Le four a alors sa marche normale. La partie AB est chaude et sert à échauffer l'air, CD est en cuisson et EF en séchage.

Au lieu de construire le four circulaire, on préfère maintenant lui donner la forme de deux galeries parallèles communiquant par leurs extrémités.

Il existe plusieurs modèles de four Hoffmann, le plus connu, en France, est désigné sous le nom de four Simon. En Allemagne, on a adopté aussi la modification du four Hoffmann, mais avec une construction différente des extrémités ; les deux galeries sont réunies par une galerie semi-circulaire.

L'ancienne disposition du four Hoffmann, avec un diamètre de 12 mètres, permettait une livraison journalière de 2 500 briques.

Les fours actuels ont des dimensions beaucoup plus considérables, certains atteignent 30 mètres de long. Le four se construit en donnant à la galerie la forme rectangulaire surmontée d'une voûte en plein centre ou peu surbaissée. Les dimensions sont assez variables, mais la section reste, ordinairement, comprise entre 3 et 10 mètres carrés. La

distance entre deux portes limite ce qu'on appelle un compartiment. Les compartiments contiennent de 8 à 60 mètres cubes. Dans la pratique, on adopte de 20 à 40 mètres cubes, ce qui correspond à 10000 à 20000 briques.

39. — En pratique, la conduite du four Hoffmann présente quelques difficultés, car elle est moins simple qu'en théorie. Le début du chauffage amène le départ de quantités d'eau assez considérables. Si l'on envoie sur des produits frais des gaz chargés de grandes quantités de vapeur d'eau, on s'expose à des condensations de cette vapeur sur les briques froides avec lesquelles l'air humide arrive en contact.

Cette dessiccation première, que l'on appelle, dans le métier, *enfumage*, nécessite donc une conduite particulière pour éviter l'inconvénient de la condensation.

On a, dans certains fours, disposé des foyers auxiliaires pour faire une première dessiccation avant l'arrivée des gaz de la combustion. Cette solution n'est pas illogique, car le charbon que l'on brûle dans ces foyers apporte de la chaleur que l'on récupère en partie tout comme si l'on avait brûlé ce charbon dans le four lui-même.

Dans le four Simon, par exemple, on dispose au-dessus du compartiment isolé entre deux registres, trois gros poêles que l'on relie par un tuyau avec les trous de chauffe. On ouvre un peu la vanne du compartiment pour établir un tirage modéré. On continue de chauffer tant qu'il se dépose, sur les obturateurs, de la suie humide ; on suit la marche du feu en soulevant ceux-ci. L'enfumage est terminé quand cette eau disparaît. En procédant ainsi, il faut environ vingt-quatre heures par compartiment.

On construit aussi le four Simon avec des foyers spéciaux B ménagés dans l'intérieur du four et destinés à l'enfumage.

Un autre moyen d'enfumage consiste à opérer l'enfu-

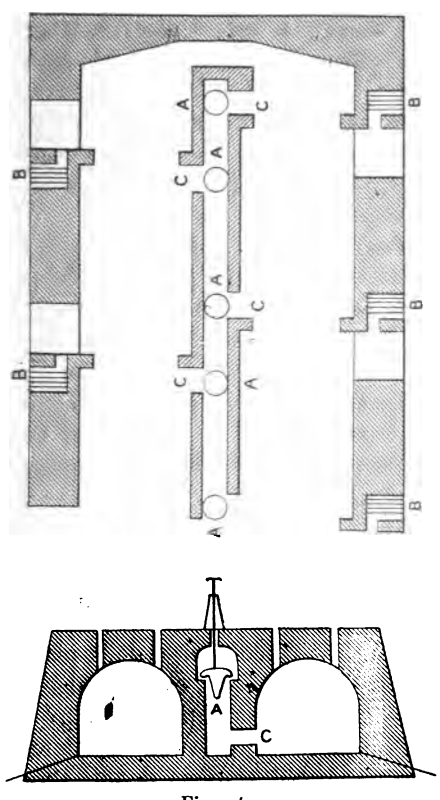


Fig. 24

mage au moyen d'air chaud pris aux briques en refroidissement. On va puiser cet air au moyen d'un tube en tôle

qui réunit les compartiments en passant au-dessus du four. Dans certains modèles de four, on a même construit ce canal dans la maçonnerie du four et on le met en usage au moment voulu avec un système de vannes.

Un autre moyen consiste à régler le tirage convenablement. Pour cela, on ouvre en plein les registres de tirage précédant les briques crues et, derrière elles, on n'ouvre que légèrement l'orifice de sortie. Le tirage s'effectue par les vannes qui précèdent, mais l'eau s'évapore lentement par contact avec les briques chaudes et par suite du faible tirage qui s'exerce.

Dans un four à douze compartiments de 4 mètres, on avance d'un compartiment par jour. On peut, avec une allure rapide, avancer de deux compartiments, mais dans la pratique, on adopte généralement une marche moyenne.

Un four Hoffmann n'est, naturellement, utilisable que pour une production un peu grande, l'appareil cuisant, au minimum, 3 000 briques par jour. Pour les productions élevées, on construit naturellement de grands fours, mais pour obtenir une production suffisante, certains d'entre eux sont disposés pour avoir deux régions en feu. Pour arriver à une marche convenable, dans ces conditions, il faut disposer d'au moins vingt-quatre compartiments.

M. Eckardt donne aux grands fours Hoffmann un dispositif spécial. Afin d'économiser de la place, il dispose le four en croix, en étoile, etc., cette dernière forme permet d'avoir un four avec trois régions en feu.

M. Otto Bock a proposé de donner aux fours Hoffmann une disposition qu'il emploie depuis 1897. Le four se compose de deux canaux parallèles comme dans le four ordinaire, mais ces canaux sont enterrés dans le sol. Dans le mur intérieur, on a ménagé des ouvertures communi-

quant avec la cheminée et destinées à relier le four à cette dernière. Il n'y a plus ni portes ni voûtes ; tout le service se fait par la partie supérieure, comme le montre la figure. On ménage dans l'enfournement des conduits longitudinaux permettant le passage des flammes. La voûte se fait avec des briques superposées. Ces briques ne sont pas assez cuites, mais elles servent à constituer la sole dans une autre cuisson.

La figure que nous donnons de cet appareil le représente disposé au milieu d'une briqueterie, complété par des séchoirs. Elle donne l'idée du dispositif simple que l'on peut adopter avec un semblable appareil.

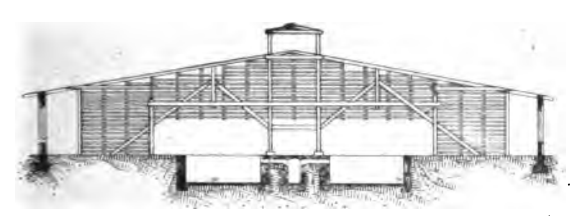


Fig 25

39[bis]. — Un autre dispositif de four rentrant dans cette catégorie est le four à chambres. La cuisson s'effectue dans des chambres placées à la suite les unes des autres. Les gaz chauds ne sont pas évacués de suite dans la cheminée, mais traversent des chambres pleines de produits froids. Quant à l'air nécessaire à la combustion, il n'arrive dans les chambres en feu qu'après passage sur des produits chauds qu'il refroidit et sur lesquels il s'échauffe.

Dans ce genre de four, on se sert de gaz de gazogène comme combustible.

Le gaz de gazogène est produit par la combustion incomplète du carbone dans l'air. La transformation du carbone en oxyde de carbone dégage 29 400 calories et celle du carbone en gaz carbonique 97 600 calories, on ne dispose donc que de la différence, soit 68 200 calories pour 12 kilogrammes de charbon. Si le gazogène était très voisin, l'oxyde de carbone serait employé très chaud et l'on bénéficierait de la température relativement élevée à laquelle il arriverait dans le four, mais, dans la pratique, le gaz a circulé dans des conduits où il a perdu une notable quantité de chaleur.

Il faut tenir compte aussi dans la production du gazogène de l'action de la vapeur d'eau sur le carbone incandescent. La décomposition de la vapeur d'eau absorbe des calories. Enfin, le gaz à l'air renferme de l'azote en quantité notable provenant de l'air employé pour la combustion, ce qui abaisse notablement le rendement calorifique. D'autres phénomènes entrent en jeu également, tels que la dissociation de l'oxyde de carbone en carbone et anhydride carbonique en présence de carbone.

La transformation du gaz carbonique formé aux dépens de l'air et du charbon tout d'abord, par le carbone en excès, est sensible à 500°, mais elle croît avec la température. Elle n'est complète que vers 1 000° ; elle est limitée aux températures inférieures.

Pour opérer une bonne production de gaz de gazogène, on devra donc employer :

1° Une température aussi élevée que possible ;

2° Un combustible poreux ;

3° Un combustible très divisé ;

4° Un courant gazeux à faible vitesse.

Le gaz de gazogène contient en moyenne :

Oxyde de carbone	20 à 26 %	
Hydrogène	2 à 10	»
Gaz carbonique	4 à 7	»
Carbures d'hydrogène	2 à 7	»
Azote	35 à 65	»

Comme type de générateur, nous examinerons le gazogène Fichet. Cet appareil comprend une cuve en briques réfractaires fermée à sa partie inférieure par une grille. L'air ne pénètre sous la grille qu'après avoir traversé une porte creuse munie d'une ouverture inférieure donnant sur l'air extérieur et d'une ouverture supérieure ouvrant sous la grille. Par rayonnement, cette porte se chauffe et l'air s'échauffe en la traversant. On règle l'entrée de l'air en ouvrant plus ou moins l'entrée de l'air dans la porte. Le combustible est introduit par la partie supérieure. Pour cela, on enlève le couvercle et verse du charbon dans le tube de charge. Une fois ce dernier rempli, on soulève un contre-poids, qui commande une valve, après avoir remis le couvercle. Le charbon tombe alors dans la cuve sans qu'il y ait eu d'introduction d'air.

Cette transformation du carbone en oxyde de carbone lui fait perdre 30 % de son pouvoir calorifique total, mais, d'autre part, sous cette forme, on peut tirer parti de combustibles que l'on ne saurait utiliser autrement et, de plus, les combustibles gazeux se prêtent à des emplois avantageux auxquels ne sont pas aptes les combustibles solides.

40. — A côté du gaz de générateurs, il faut placer le *gaz d'eau* provenant de l'action de la vapeur d'eau sur les carbone au rouge. A haute température, on a :

$$C + H^2O = CO + H^2$$

et à température moins élevée :

$$C + 2H^2O = CO^2 + H^2.$$

Les deux réactions secondaires viennent intervenir aussi :

$$H^2O + CO = CO^2 + H^2$$
$$2C + 2H^2O = CH^4 + CO^2.$$

41. — La production du gaz à l'eau consomme de la chaleur, aussi, au bout d'un instant la masse se refroidit-elle et devient-elle incapable de réagir si on ne lui fournit pas de chaleur. Dans la production du *gaz mixte*, après un passage de quelques minutes du jet de vapeur sur du coke incandescent, on réchauffe la masse par un jet d'air qui vient ajouter au gaz d'eau formé du gaz de générateurs, d'où le nom de gaz mixte.

42. — Comme exemple de four à chambres, nous pouvons prendre le four Mendheim. Cet appareil n'est pas d'un emploi courant dans la fabrication de la brique, mais il peut rendre des services dans une fabrication très soignée et surtout dans la fabrication des terres cuites.

Ce four comprend une série de chambres disposées en deux séries parallèles, dix-huit dans celui que nous figurons. Le gaz arrive par la canalisation latérale des gazogènes. En *e* sont les registres pour le passage des gaz. Aux extrémités du four, les chambres sont reliées par des canaux g^1 et g^2. On voit courir, dans le milieu du four, un canal *i* qui va à la cheminée K ; ce canal, qui passe entre les deux rangées de chambres, peut être mis en relation avec les chambres par des registres *i*.

Quand le registre est levé, le gaz arrive et monte par *s* dans la sole, mais chaque orifice *s* vient déboucher dans un canal longeant un canal amenant de l'air. Ces canaux sont en relation par *m* avec la chambre précédente.

Si nous supposons VIII en feu, voici quelle sera la

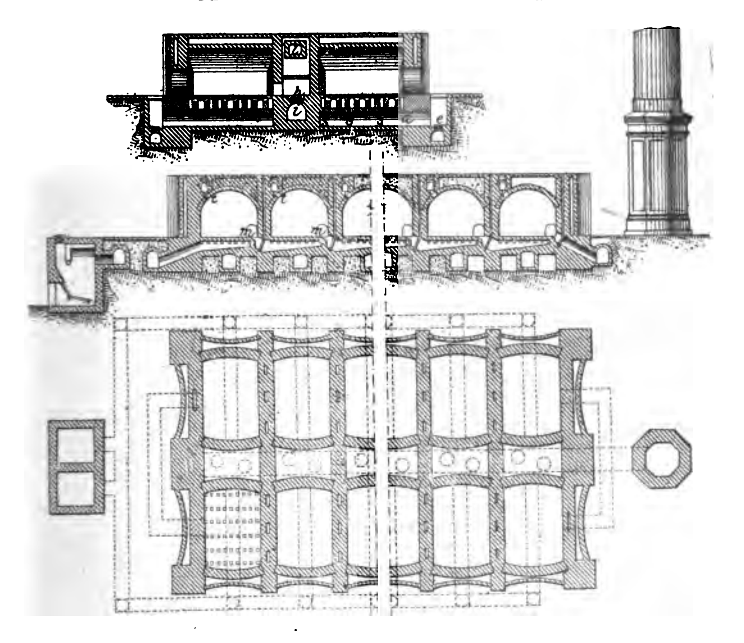
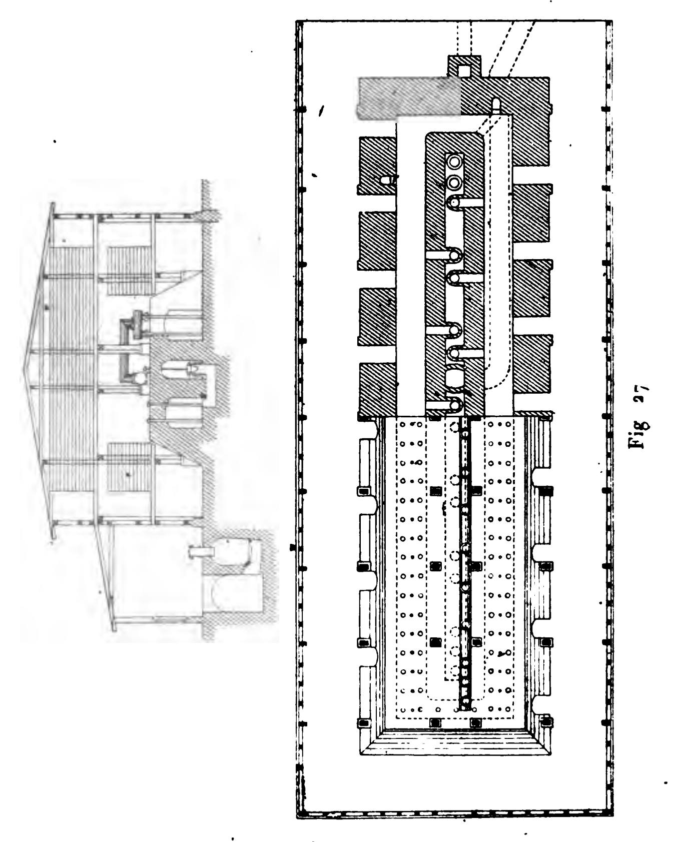


Fig. 26

marche du four. Le gaz entre dans *d* et vient brûler en VIII. Les flammes s'échappent de cette chambre à travers la sole par des ouvertures qui sont figurées sur le dessin dans la première chambre seulement. L'air qui ali-

mente la combustion est de l'air chaud qui a traversé les chambres VI et VII, pleines de produits en refroidisse-



ment qui viennent d'être cuits. Cet air pénètre dans ces chambres par les ouvertures *f*. L'air passe par *m*, arrive sous la sole, se mélange au gaz et brûle. De la chambre

VIII, les gaz passent dans les chambres IX, X et XI. On les évacue dans la cheminée par le registre *h*. Pour supprimer les communications de chambre à chambre, on fait glisser des registres en tôle par les ouvertures ad hoc.

Nous avons signalé plus haut l'inconvénient résultant de l'arrivée de gaz chargés de vapeur d'eau sur des pièces froides. Pour éviter toute condensation, on a ménagé, dans le four Mendheim, des canalisations accessoires. Ainsi le canal *l*, au-dessus de *i*, ne sert qu'à envoyer les gaz chauds et humides sur une autre chambre froide.

Les fours à gaz sont nombreux.

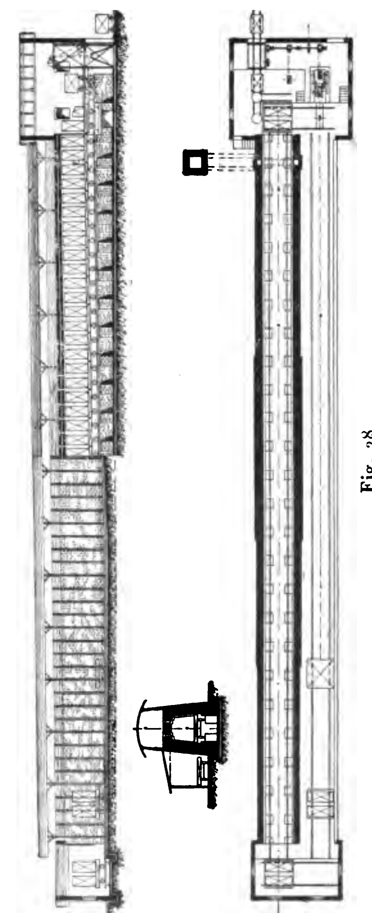
Le four Hoffmann a été transformé pour fonctionner avec un combustible gazeux. Un des appareils donnant les meilleurs résultats est le four Escherich de Schwandorf (fig. 27).

Le four est un four Hoffmann rectangulaire dont les trous de charge livrent passage à des chandelles de terre réfractaire, amenant le gaz dans la galerie du four et servant de brûleurs. Le gazogène provenant des générateurs est amené par une conduite qui longe le milieu du four et introduit dans les chandelles au moyen d'un raccord mobile.

43. **Fours à foyers fixes.** — En 1853 déjà Demimuid avait eu l'idée de construire un four en forme de canal. Au milieu aurait été un foyer et les produits n'auraient eu qu'à traverser ce canal ou tunnel. Avec un courant d'air marchant en sens inverse des produits on réalisait les avantages des fours continus énoncés plus haut. L'idée ne fut réalisée pratiquement que plus tard.

Le four que nous représentons ici comme four de cette espèce est le four de Bock. Il est formé d'un tunnel dont

le milieu est occupé par un foyer et forme chambre de chauffe. Ce foyer est alimenté par du gaz de gazogène. Les matériaux qu'il s'agit de cuire sont chargés sur des wagons qui roulent sur une voie ferrée qui traverse le four. Ces wagons sont formés par une plateforme montée sur roues; la plateforme porte un lit de matières réfractaires qui constitue la sole. On a soin de serrer ces wagons les uns dérrière les autres de manière à constituer une sole continue. Les bords de la plateforme sont rabattus et viennent plonger dans une rainure latérale pleine de sable. La partie inférieure des wagons est donc ainsi protégée de la chaleur.


Fig. 28

Le gaz arrive du gazogène par un conduit et gagne le foyer et brûle au contact de l'air du tunnel. Le mouvement des wagons est assuré par un treuil. L'air traverse le four en sens inverse des produits.

44. — Au lieu de chauffer le four au gaz de gazogène on peut le chauffer au charbon en employant un dispositif analogue mais un peu modifié. Le même inventeur a décrit un four tunnel où le gazogène n'est plus employé. La cuisson se fait avec des fines tombant du sommet comme dans le four Hoffmann par des trous de charge.

45. — Le four de Dinz[1] est un four basé sur une conception analogue.

Le four n'est pas seulement destiné à cuire les produits, il est disposé pour alimenter en même temps un séchoir qui lui est accolé et qui lui emprunte sa chaleur perdue pour sécher les produits.

Le four Dinz est composé de cinq galeries parallèles, trois larges et deux étroites. Celle du milieu sert à la cuisson. Il existe de chaque côté une galerie pour le chauffage de l'air par contact avec les parois du four et, contre ces galeries, sont les séchoirs. La longueur des galeries varie de 40 à 80 mètres et plus. La largeur et la hauteur sont variables. Des wagons renfermant des produits à cuire et à sécher circulent sur des wagonnets dans la galerie centrale et les galeries latérales.

La combustion du charbon s'opère sur des grilles mobiles que l'on place entre chaque wagon. Trois suffisent à la cuisson, on peut en chauffer 4 ou 5 suivant la marche du four et la température à obtenir. Le combustible est amené sur les grilles par des ouvertures pratiquées dans la voûte du four. L'air nécessaire à la combustion arrive sous les grilles préalablement chauffé par son passage autour des parois du four. L'étanchéité est assurée par un

[1] Lefèvre, 1.

joint de sable entre la chambre de cuisson et la partie inférieure des wagons.

Sur la plateforme métallique de ces derniers on a placé un massif en briques réfractaires dans lequel on laisse des vides formant foyer. Au-dessus de ces vides on dispose des grilles recevant le charbon ; ces grilles sont métalliques, si la température de cuisson ne dépasse pas 1000° et en matériaux réfractaires pour les températures plus élevées.

Les wagons chargés de produits à cuire sont poussés dans le four à l'aide d'une vis sans fin. Quand ils arrivent au-dessous des trous de charge, on allume le feu sur les grilles des wagons et on l'y entretient avec de la houille que l'on jette par ces trous de charge. Le tirage du four s'effectuant du côté où entre le wagon les produits s'échauffent progressivement.

Le séchoir fonctionne au moyen de l'air des galeries de récupération. Cet air échauffé au contact des parois du four pénètre partiellement dans la galerie séchoir. Il rencontre les wagons chargés de produits à sécher et se charge de vapeur d'eau. Pour évacuer cet air humide et assurer le tirage on a disposé, de chaque côté des séchoirs, des tuyaux d'évacuation communiquant avec l'atmosphère. Ces tuyaux sont plus nombreux à l'endroit où l'air chargé de vapeur d'eau s'échappe du séchoir.

Les produits à sécher suivent naturellement une marche inverse de celle de l'air chaud. En donnant aux séchoirs et au four une section identique on se sert des mêmes wagons.

II. TUILES

46. — Les tuiles sont destinées à la couverture des toits. Elles ont des formes assez variables, en général, ce sont des éléments de surfaces que l'on accroche à des lattes supportées par la charpente du toit et que l'on juxtapose de manière à éviter toute solution de continuité entre deux tuiles. Dans la pratique même les tuiles débordent

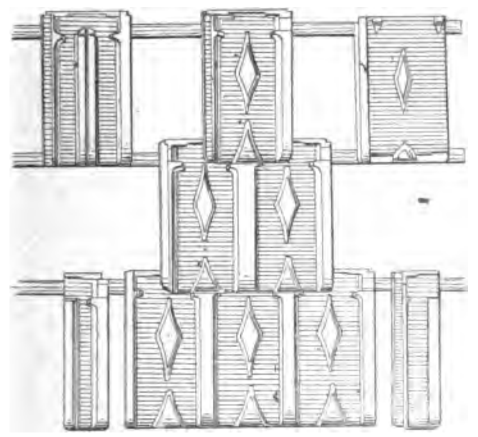


Fig. 29

un peu les unes sur les autres pour que la fermeture du toit soit complète.

Les tuiles les plus simples sont des rectangles munis de crochets à leur partie supérieure sur une latte horizontale. On utilise pourtant des tuiles offrant une surface plus complexe ou ondulée. Pour obtenir un assemblage parfait on fabrique maintenant des tuiles dites à emboîtement, façonnées de telle sorte qu'une feuillure latérale

serve de réceptacle à une saillie de la tuile voisine, de plus la tuile supérieure vient déborder d'une quantité convenable. De cette manière on réalise un assemblage parfait tant sur les côtés qu'au sommet et à la base de la tuile.

47. — Les terres à tuiles sont analogues aux terres à briques, ce sont des argiles qui cuisent colorées et qui renferment les impuretés que l'on trouve dans la plupart des argiles communes, mais pourtant l'on ne peut utiliser pour fabriquer des tuiles des terres pas trop dénuées de plasticité ou trop peu argileuses.

§ I. — Façonnage des tuiles

48. **Façonnage à la main.** — La tuile plate, la panne des campagnes se fabrique très simplement. Le travail ressemble beaucoup à celui du façonnage des briques. On moule une pâte argileuse suffisamment plastique en se servant d'une forme appropriée. Le moule à tuile rectangulaire est naturellement moins épais que le moule à briques mais il a plus d'étendue. On a ménagé aussi dans la cavité du moule une encoche qui servira à faire le crochet. La terre une fois introduite et pressée dans le moule, on enlève l'excédent avec une plane et la tuile est finie. Comme, en revanche, la galette de terre est mince et peu consistante on ne peut la transporter telle quelle. L'ouvrier doit poser son moule sur une planchette mobile. Le gamin qui lui sert d'aide emporte alors la planchette portant la tuile, après enlèvement du moule, et en cours de route relève la petite masse de terre devant constituer le crochet. Le tout est alors posé sur les étagères d'un sé-

choir en attendant que la tuile ait la consistance voulue pour supporter le transport dans le four. Ce mode de moulage est, comme on le voit, moins rapide que celui de la brique.

On rencontre dans les campagnes où fonctionnent encore de petites tuileries des installations des plus primitives où l'on confectionne ce genre de tuile mais avec des formes plus ou moins variées. Si l'on désire faire une tuile cintrée, après le moulage on applique la tuile sur un mandrin de surface convenable. L'excès de terre est enlevé à l'aide d'un fil. Quelquefois le façonnage est encore beaucoup simple, une fois sortie du moule et un peu raffermie, la tuile est cintrée à la main.

D'autres tuiles présentent une surface ondulée, la section de la tuile formant un S très allongé. L'ouvrier obtient aisément ce genre de surface en appliquant la tuile sortant du moule sur une surface en fonte servant de moule. On sort du moule à l'aide d'une fourchette que l'on glisse au-dessous de la tuile.

Ces quelques exemples suffisent pour faire comprendre comment se fait la tuile à la main.

49. **Façonnage à la machine.** — Le façonnage mécanique des tuiles est basé sur le même principe que celui des briques à la filière. La pâte renfermée dans un réservoir sort par un orifice de forme appropriée en lame plus ou moins épaisse. Pour les formes peu compliquées un simple découpage à l'aide d'un appareil coupeur suffit, mais pour les tuiles ayant des reliefs accentués comme les tuiles à feuillures, on fera d'abord des croûtes en débitant la lame sortie de la filière en fragments de grandeur appropriée, puis l'on pressera dans un moule.

50. — Le façonnage à la filière peut se ramener à l'emploi de deux types différents de machines.

Dans la machine Joly, par exemple, la pâte sort de la filière pour passer entre deux cylindres horizontaux parallèles, reliés par un engrenage. Le cylindre inférieur porte une saillie qui correspond à une cavité dans le cylindre supérieur. Ce dernier cylindre porte, en outre, des lames disposées longitudinalement.

La pâte qui sort de la filière va s'introduire entre les deux cylindres et amener leur rotation, mais, au moment où elle va rencontrer la pièce en saillie et l'encoche, la pâte va s'engager dans le vide pour former le bourrelet qui constituera le crochet, puis les couteaux entrant en jeu la pâte sera coupée à la longueur d'une tuile représentée par un tour du cylindre. Pour éviter l'écrasement des tuiles ainsi faites, les tuiles à leur sortie de l'appareil trouvent des rouleaux qui leur permettent d'atteindre sans déformation l'extrémité de la machine où on les enlève.

On peut faire également la tuile avec une filière de forme spéciale. La section de la filière que nous représentons ici porte une ouverture demi-circulaire qui forme une nervure sur la galette de terre en son milieu. A peu de distance de la filière se trouve un fil tendu horizontal, placé sur l'appareil coupeur et distant de celui-ci de l'épaisseur d'une tuile. La croûte qui sort de la filière rencontre donc ce fil qui vient enlever la nervure sur presque toute la longueur de la tuile, tout en laissant un fragment suffisant pour former le crochet. On rabat alors

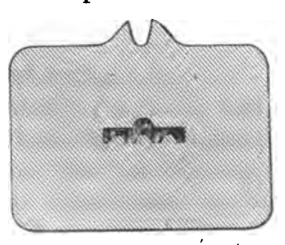
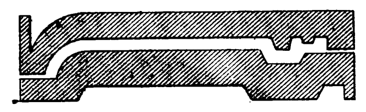


Fig. 30

un cadre coupeur disposé comme celui des machines à briques et la tuile est découpée. On relève le système découpeur et la tuile est retirée. Pour accélérer la production, certaines machines portent deux filières superposées donnant deux tuiles se regardant par leur face plane. Certaines filières sont disposées même pour en donner quatre sortant deux à deux. L'appareil coupeur basé sur les mêmes principes est simplement un peu plus compliqué.

51. — Au lieu de façonner à la filière on peut recourir au pressage, ce mode de travail est celui qui convient à la fabrication des tuiles à feuillures. On presse dans un moule en deux parties une croûte de pâte préalablement débitée à la grandeur convenable.

Les presses à vis comprennent un bâti dont la partie inférieure porte un moule de plâtre ou de métal. Une vis verticale supportée par le bâti peut monter ou descendre suivant le sens de la rotation imprimée au volant qui la surmonte. La partie inférieure supporte un contre-moule venant s'appliquer sur le moule inférieur.


Fig. 31

La croûte de pâte est préparée au moyen d'une machine ayant une filière de forme appropriée et un appareil coupeur la débitant à la dimension voulue. La pâte est chassée dans la filière par une hélice ou des cylindres quand on travaille en pâte molle ou ferme, pour les pâtes dures il est nécessaire d'opérer avec un propulseur à piston qui agit beaucoup plus énergiquement.

La presse à tuiles ne donne pas une tuile d'un seul coup de volant, on lui imprime deux ou trois impulsions ame-

nant autant de coups de presse. On arrive ainsi à faire occuper par la pâte toute la cavité du moule et à chasser les bulles d'air qu'une seule pression trop énergique

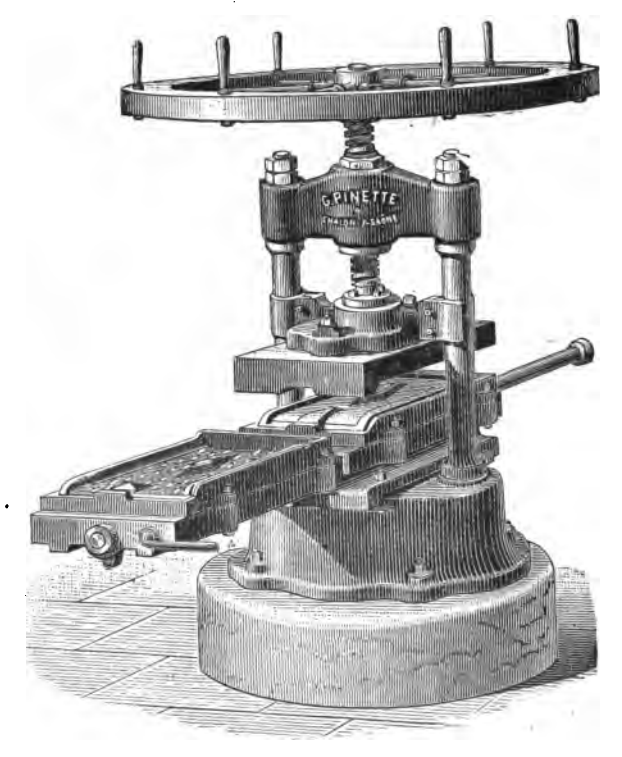


Fig. 32

pourrait accumuler. Le démoulage s'opère rapidement. Un mouvement de rotation en sens inverse relève le contre-moule et, grâce à une tige cylindrique sur laquelle glisse

le moule, le moule est amené en avant et retourné. La tuile qui tombe est reçue sur une planchette.

En disposant deux moules sur la tige cylindrique on peut obtenir un façonnage rapide car pendant que l'un des deux moules se charge l'autre est pressé.

Au lieu de manœuvrer la presse à bras, on peut l'actionner par la vapeur au moyen de deux volants montés sur un axe horizontal et pouvant se déplacer longitudinalement. Entre ces deux volants se trouve un plateau horizontal à la tête de la vis. Si l'on approche un des volants alors que l'axe tourne, le plateau sera mis en rotation dans

Fig. 33

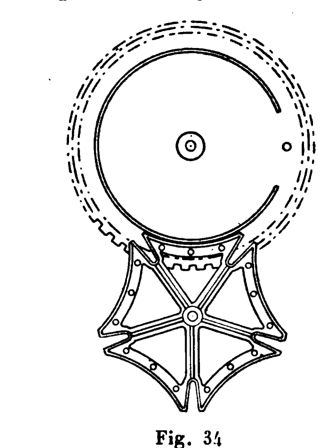


Fig. 34

un sens ; en changeant le sens du, déplacement latéral ce sera l'autre plateau qui viendra frotter et la rotation de la vis aura lieu en sens inverse du premier mouvement. On peut donc réaliser par un simple déplacement de l'axe moteur soit la descente, soit la montée de la vis. Le mouvement est amené par une courroie entourant un volant ; ce mouvement peut être arrêté et par suite la presse mise au repos en faisant passer la courroie sur une poulie folle.

Le rendement des presses à main est un peu inférieur à celui des presses à vapeur. Les premières donnent 150 tuiles à l'heure alors que les secondes fournissent 250 à 300 à l'heure.

Au lieu d'une vis on emploie dans d'autres presses un système de cames ou de leviers articulés. On ne presse pas d'un seul coup dans ce modèle de machines, avec une série de cames on réalise plusieurs pressées.

Pour les grandes productions, on a adopté un modèle appelé presse à pans ou presse-revolver. La partie importante de la presse est un tambour à cinq faces portant sur chaque face la moitié d'un moule. Au-dessus de ce tambour peut venir s'appliquer la moitié supérieure du moule. L'appareil est réglé de manière à ce que la descente du moule n'ait lieu qu'au moment où le tambour présente sa face supérieure exactement sous le moule.

La pressée est obtenue par des mécanismes divers. Un arbre horizontal reçoit le mouvement que lui communique un volant. Cet arbre porte un excentrique venant agir sur un galet que porte le support du moule mobile. La rotation de l'arbre amène la descente du moule mobile et vient exercer la pressée. Pendant cette opération le tambour est immobilisé par une tige qui vient descendre dans une en-

coche ménagée dans un cercle qui tourne avec le tambour. Comme il y a cinq faces au tambour, il y a cinq encoches

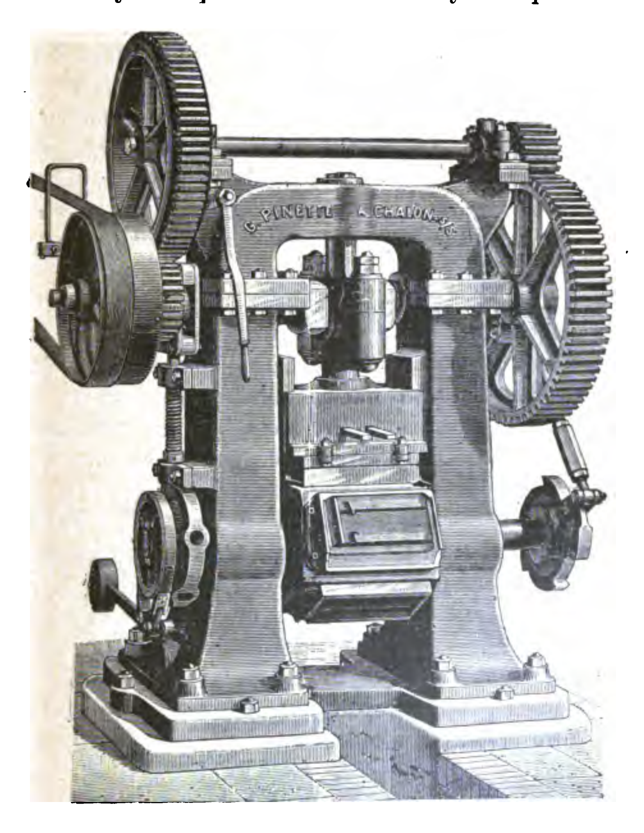


Fig. 35

sur le cercle, de manière à immobiliser cinq fois le tambour pendant un tour complet. Cette tige monte et des-

cend à l'aide d'un excentrique. Une fois la pression exercée, le porte-moule est relevé au moyen d'un levier que commande une came; en même temps l'excentrique relève la tige formant verrou. La rotation du tambour a lieu à l'aide d'une courroie entraînée par l'arbre horizontal, mais cette courroie est tendue par une partie renflée mobile qui se retire à chaque cinquième de tour du tambour. Le tambour ne tourne plus à ce moment et la tige dont nous avons parlé l'immobilise. La pression peut donc s'exercer et l'arbre moteur tourner sans entraîner le tambour (fig. 33).

Pendant que la pression s'opère, un ouvrier reçoit sur une planchette la tuile déjà pressée précédemment et un second ouvrier pose une croûte de pâte sur la face avant du tambour. Un autre modèle obtient la rotation du tambour par un autre dispositif. La courroie est supprimée et le cercle à encoches est remplacé par une étoile à cinq branches dont les extrémités sont ouvertes (fig. 34).

D'autres presses reçoivent leur mouvement à l'aide de bielles genouillères. La rotation du tambour est effectuée à l'aide d'un encliquetage mû par des leviers articulés dont une extrémité est entraînée dans un mouvement de rotation (fig. 35).

En pressant des pâtes molles on se sert de moules en plâtre, mais quand on opère avec des terres fermes il faut garnir les presses de moules en métal.

51. — Les tuiles sortant de la presse ont besoin d'être ébarbées pour les débarrasser des bavures.

52. **Cuisson des tuiles.** — La tuile, comme la brique, demande une dessiccation préalable avant la cuisson. Les

séchoirs à tuiles sont conçus dans le même ordre d'idée que les séchoirs à briques. Les séchoirs à l'air libre comprennent des étagères à claire-voie sur lesquelles on place les tuiles en ayant soin de les supporter par des planchettes. Les tuiles fabriquées en pâte dure peuvent seules se passer de ce support.

La dessiccation de la tuile s'effectue également dans des séchoirs chauffés, nous n'avons pas à revenir sur la description de ces appareils.

53. — On cuit la tuile souvent dans les fours qui servent à la cuisson des briques, soit que le four ne contienne que des tuiles, soit que les tuiles et les briques soient mélangées.

La tuile de campagne se cuit dans les fours indiqués à propos des briques de campagne, la tuile mécanique dans les fours continus. Cette dernière n'est guère fabriquée que dans des usines installées avec un outillage plus moderne et moins rudimentaire que celui des tuileries de campagne.

La cuisson de la tuile au four continu du genre Hoffmann n'est pas sans présenter une première difficulté. Le charbon qui tombe par les trous de charge vient salir les produits. Ce qui n'a pas d'inconvénient pour la brique en a pour la tuile. Quand on fabrique simultanément de la brique et de la tuile, ou peut combiner son enfournement de telle sorte que les briques viennent protéger les tuiles du contact des combustibles. Mais ceci n'est possible que si la production des briques est au moins le tiers des produits fabriqués. Avec une quantité moindre de briques, il n'y a plus assez de ces dernières pour envelopper convenablement les tuiles.

Certaines tuileries néanmoins cuisent leurs tuiles au four Hoffmann.

La cuisson des tuiles peut s'opérer avec moins d'inconvénients dans les fours à tranches. Ces fours construits dans leurs grandes lignes comme les fours Hoffmann possèdent des foyers disposés de place en place entre des compartiments séparés par des murs percés d'ouvertures à la partie inférieure. Le combustible tombant de la voûte brûle sur ces grilles. Les gaz de la combustion traversent un certain nombre de compartiments avant d'arriver à la cheminée et servent à sécher et à échauffer des produits crus tout comme dans le four Hoffmann. Mais pour la combustion on ne peut plus se servir d'air ayant passé sur des produits encore chauds, l'air est pris directement en dehors et entre par des ouvertures qui l'amènent sous la grille. Tel est le principe du four Virollet.

Un four de ce genre n'offre pas les mêmes avantages économiques que le four Hoffmann.

Un autre four du même genre est le four Dannenberg. Il comprend une série de compartiments reliés par la partie inférieure. A l'entrée de chacun d'eux on a disposé une grille en zigzag qui reçoit le combustible de la partie supérieure. Dans ce modèle de four on utilise l'air chaud provenant des chambres en refroidissement.

Le four Dinz décrit à propos de la cuisson des briques est employable à la cuisson des tuiles.

M. Witte a disposé un four Hoffmann à foyers latéraux qui permet également la cuisson des tuiles sans contact avec le combustible.

Une autre solution du problème consiste à cuire au gaz de gazogène, nous reviendrons sur ce sujet à propos de la cuisson des terres cuites.

III. CARREAUX

54. — Le carreau de terre cuite est employé pour le pavement. Sa fabrication présente peu de particularités que nous allons examiner rapidement.

Il faut d'abord que le carreau soit à texture assez serrée, il ne peut donc s'accommoder d'une argile par trop sableuse et d'une cuisson trop faible qui n'en rapprocherait pas assez les particules.

§ I. — Façonnage des carreaux

55. — On façonne le carreau à la main très facilement. Il suffit d'un moule reposant sur une pierre plate et dans lequel on jette la pâte. La terre est ensuite tassée et, après avoir enlevé l'excédent avec la plane, polie à sa surface supérieure, On a moulé en terre assez dure pour qu'il n'y ait pas de pliure possible des carreaux au sortir du moule. Les carreaux démoulés sont ensuite empilés, séparés par une couche de sable.

Le carreau, une fois raffermi, est ébarbé et rebattu puis taillé. Pour cela, après avoir coupé les bavures, on bat avec une masse en bois le carreau posé sur une surface plane. Ensuite on pose un calibre sur le carreau et coupe de haut en bas avec un léger biais en suivant le calibre. Le carré est ainsi un peu plus étroit en bas qu'en haut, ce qui simplifie la pose.

On met les carreaux taillés de nouveau en pile et les laisse sécher régulièrement.

56. — Au lieu de mouler à la main, on fabrique aussi le carreau mécaniquement. La pâte sort en lame d'une filière, puis est découpée.

La presse à filière et l'appareil coupeur ne nécessitent pas de description spéciale.

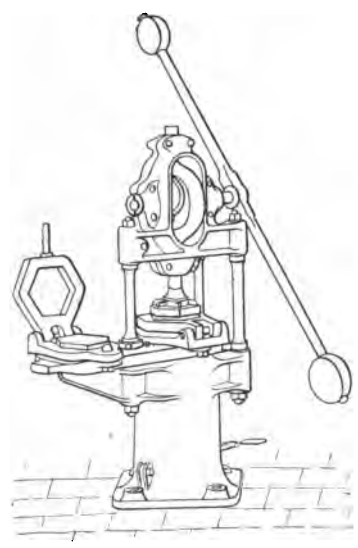


Fig. 36

Le carreau ainsi obtenu n'est pas assez serré comme structure, aussi doit-on le rebattre (fig. 36). Le rebattage se fait soit avec une presse comme pour la brique, soit à la main comme nous venons de le décrire. Ce mode de rebattage est très employé dans le Beauvaisis où l'on fabrique sous le nom de carreau de Beauvais un produit très apprécié.

57. — Le carreau se fait non seulement en une seule teinte, mais aussi en plusieurs tons disposés de manière à former le plus souvent un dessin. Autrefois on moulait un carreau dans lequel on réservait des creux que l'on comblait avec une barbotine de la seconde composition, présentement on moule en terre sèche.

Pour cela on a des compositions argileuses donnant par elles-mêmes des colorations différentes (par exemple une

argile cuisant jaune et une autre rouge) que l'on a réduites en poudre renfermant 5 à 6 % d'humidité.

Le façonnage se fait à la presse et nécessite des calibres correspondants au dessin. On pose sur le moule une première pièce correspondant au dessin et formée de lamelles verticales ne pouvant pas par conséquent gêner la chute de la poudre. Sur ceci on place alors un calibre constitué de la même manière, mais donc les parties ne correspondant pas à la couleur sont bouchées. En jetant alors l'argile rouge dans le calibre au rouge on fera tomber de la terre en poudre rouge aux seuls endroits où le rouge doit paraître. Ce calibre au rouge sera remplacé par le calibre au jaune qui porte avec lui des ouvertures correspondant au jaune et dont la partie représentant le rouge est fermée. La poudre jaune ne pourra donc tomber qu'aux endroits où il y a du jaune. Ceci fait, on a appliqué au fond du moule seulement une légère couche jaune et rouge. On remplira le reste du moule avec une argile grossière pulvérisée et l'on pressera le tout à la presse hydraulique.

La difficulté du procédé réside dans l'accord des terres.

§ 2. — Cuisson

58. — Les carreaux ne peuvent se cuire en contact avec le combustible, on les cuira donc soit dans des fours intermittents, soit dans des fours à gaz de gazogène.

En général le carreau incrusté se fait en grès, nous en reparlerons plus loin.

IV. TUYAUTERIE

59. — Le tuyau de terre cuite n'offre pas par sa texture l'imperméabilité qu'offre le tuyau de grès, aussi, quand il s'agit de conduits devant servir au passage des liquides a-t-on recours à des tuyaux de ce dernier produit. Nous nous en occuperons un peu plus loin.

Ici, nous n'avons à envisager, au point de vue de la construction, que la tuyauterie servant à la confection des cheminées.

60. — Pour les conduits de cheminées, on se sert de poteries de terre cuite désignées sous le nom de *wagons* et de *boisseaux*.

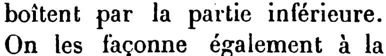
Les wagons sont quadrangulaires et sont construits de manière à se superposer. Ordinairement, on les combine de manière à permettre un emboîtement latéral obtenu au moyen de deux parties extérieures, comme on le voit sur la figure. Chaque wagon porte une pièce d'emboîtement à droite et à gauche, mais cette pièce peut n'occuper que la moitié de sa hauteur. On confectionne les wagons à la presse et à la filière. Seulement la filière donne le tenon d'emboîtement sur toute la longueur du wagon. On la coupe sur la moitié de la hauteur une fois le wagon terminé.

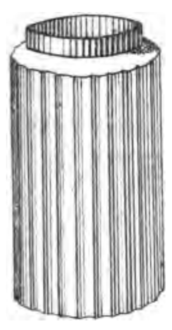
Les presses destinées à la confection de pièces aussi grosses sont construites un peu différemment des presses précédentes. Pour chasser à travers la filière de grosses masses de terre comme celles que consomment les wagons, une hélice ou des cylindres ne suffisent plus, on presse le mélange à l'aide d'un piston à vapeur. Le façonnage est

forcément intermittent, car il faut arrêter au moment où la pièce a la longueur voulue, et au moment de recharger la presse avec de l'argile.

On dispose la filière horizontalement, la pressée se faisant alors verticalement. La pâte est reçue sur un plateau équilibré et coupée à l'aide d'un fil.

Les boisseaux sont des conduits cylindriques qui s'emboîtent par la partie inférieure. On les façonne également à la





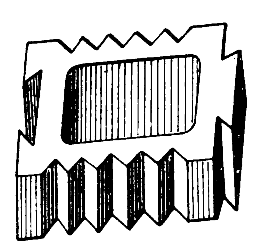


Fig. 37

filière et fait l'emboîtement à la main. Cet emboîtement comprend une diminution du diamètre extérieur à un bout et une augmentation correspondante du diamètre intérieur pour permettre l'entrée de la portion ainsi amincie.

Les wagons servent aussi à faire des conduits biais; pour ce genre de construction, on est obligé de les couper obliquement et de les recevoir sur un plateau incliné afin de leur donner la forme désirée.

V. TERRES CUITES ARCHITECTURALES

61. — Les briques et les tuiles, surtout les premières, forment les deux matériaux principaux de la construction

en terre cuite. Il a fallu pour compléter la parure des édifices, comme nous l'avons dit, créer une fabrication d'autres pièces moins employées, plus chères, destinées à donner de l'agrément à la construction.

§ I. — Façonnage des terres cuites architecturales

62. — La filière, convenablement modifiée, peut servir à fabriquer certains profilés quand leurs dimensions ne sont pas trop grandes.

Pour de grosses pièces, on peut se servir d'une variante

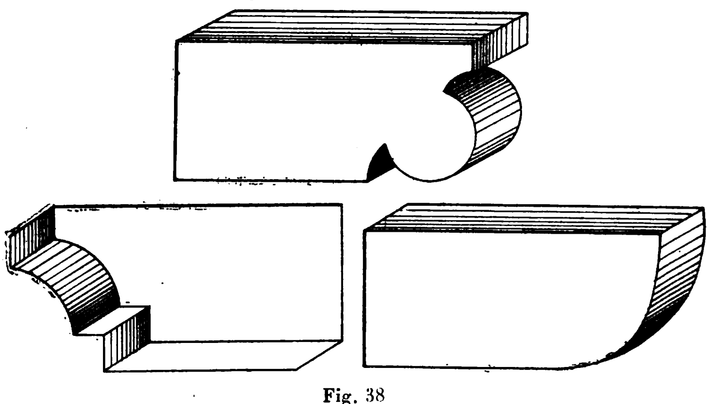


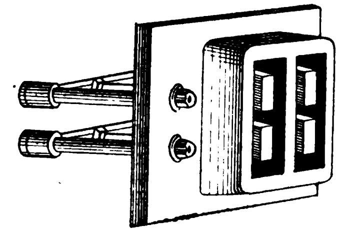
Fig. 38

du passage à la filière. La pâte, étalée en blocs subit le passage d'un calibre mû à bras d'hommes, qui lui donne la forme désirée.

63. **Briques creuses**. — Les briques creuses ont l'avantage d'être moins lourdes que les briques pleines, tout en offrant une certaine solidité.

On les obtient au moyen d'une filière spéciale, que nous représentons ici et qui comprend des noyaux de fer placés dans l'ouverture de la filière, à la place exacte où il doit y avoir des vides. Ces noyaux sont maintenus par un étrier. La filière se place comme une filière ordinaire, le système des noyaux étant à l'intérieur de la machine.

64. — Dès que l'on sort des formes géométriques simples, la fabrication se complique ; le façonnage mécanique ne peut plus s'appliquer, il faut recourir au moulage à la main, plus lent et plus coûteux. Presque toute l'ornementation en terre cuite est faite par ce moyen. Il faut s'attendre à rencontrer dans cette fabrication plus de difficultés que dans les précédentes, car il faudra prévoir les résultats probables des projets et pouvoir assumer la responsabilité de la fabrication d'un produit dont on devra savoir faire le prix à l'avance, car la plupart du temps on ne fait pas de nombreuses séries d'articles rigoureusement identiques.


Fig. 39

Les moules sont faits en plâtre, nous en dirons la fabrication en parlant du plâtre.

Le moulage se fait à la balle ou à la croûte, c'est-à-dire en employant la pâte sous forme de balles ou de lames préalablement unies, que l'on applique dans le moule et tasse à la main d'une manière régulière, de manière à bien faire épouser toutes les formes du moule et évitant les pressées irrégulières qui provoqueraient des ruptures.

On fait les pièces creuses quand elles sont un peu grandes, de manière à leur donner moins de poids et à faciliter leur dessiccation.

Il est important, quand on a du moulage à faire opérer, de bien combiner ses moules, de manière à permettre un démoulage facile.

Pour cela, les moules relatifs aux objets de forme un peu complexe comprennent plusieurs morceaux, ce qui rend possible la dépouille. La coupe des différentes parties du moule exige des ouvriers exercés, car il faut l'opérer de manière à ne pas compromettre certains détails.

On peut presser aussi certains ornements ayant peu de reliefs et de rentrées. Les métopes, les faitières (fig. 40) par exemple, peuvent parfois se presser tout comme les carreaux.

§ 2. — Dessiccation et cuisson des terres cuites architecturales

65. — La dessiccation des pièces de cet ordre demande des précautions toutes spéciales ; elle doit être très régulière si l'on veut éviter des ruptures.

La cuisson est également délicate, elle doit se faire lentement et à l'abri du contact des combustibles.

On cuit bien ces produits dans les fours à gazogène d'abord, et aussi dans les fours-moufles. Sous ce nom, on désigne des appareils composés d'une ou de plusieurs chambres en produits réfractaires autour desquelles passent les flammes des foyers. Nous décrirons rapidement le four moufle Augustin.

L'appareil comprend plusieurs chambres de moufles ; on doit le construire avec plus de développement, mais six

chambres suffisent pour la description. On ne doit pas

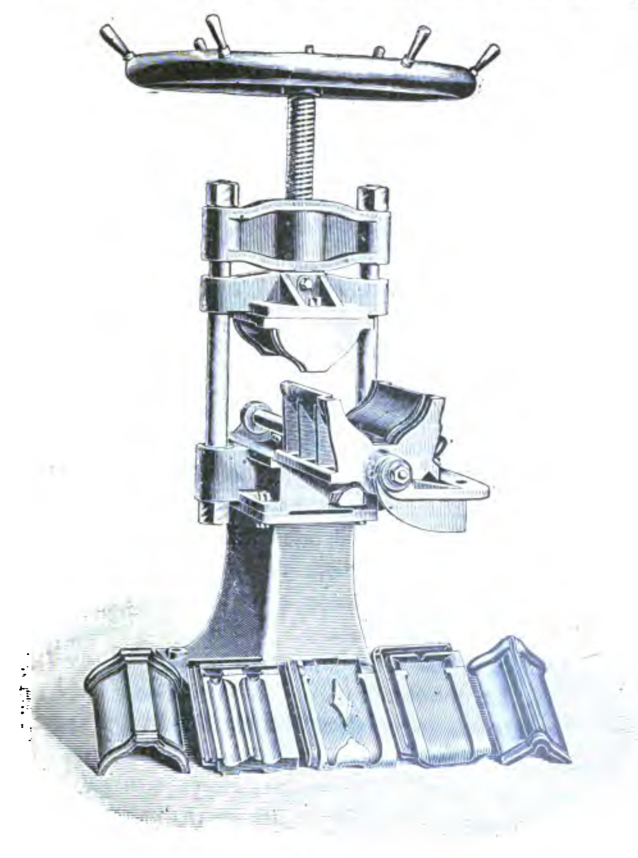


Fig. 50.

descendre au dessous de huit pour que le rendement soit avantageux ; il est préférable d'en avoir dix au moins.

Le four se compose de deux séries de chambres accotées ; entre les deux rangées se trouve un conduit en relalion avec la cheminée ; ce canal sert pour l'évacuation des produits de la combustion. La communication avec la cheminée s'établit par le moyen d'un obturateur à cloche.

Chaque chambre de moufle est desservie par deux portes. Le chauffage s'effectue en dessous et par côtés. Chaque chambre de moufle est chauffée par des systèmes de tubes parcourus par les flammes, et par les flammes passant sous la sole.

Examinons le fonctionnement de l'appareil. Supposons qu'il y a des moufles cuites (ce seront les derniers numéros, par exemple) et examinons ce qui se passe pour la cuisson de 1. Devant chaque conduit se trouvent deux obturateurs à cloche 1 et 2 ; l'obturateur 1 permet, lorsqu'on le soulève, l'entrée de l'air dans l'appareil, l'obturateur 2, quand il est levé, donne accès au gazogène. Ouvrons d'abord 1, l'air pénètre par dans les conduits déjà chauds, puis ouvrons en 2, la communication avec la canalisation du gazogène ; La combustion peut s'opérer alors et la flamme laisse libre l'entrée sous la sole. En somme, ce four ressemble à une sorte de four à chandelles, seulement les chandelles sont enfermées dans une enveloppe réfractaire. La manœuvre du four consiste à ouvrir et fermer trois sortes de registres : les registres 1 qui amènent le gazogène, les registres 2 qui introduisent l'air et les registres 3 qui ouvrent la communication avec la cheminée.

Dans cet appareil, les canalisations du gazogène et de l'air sont identiques, seulement c'est l'air qui traverse les canalisations chaudes et celles à échauffer[1].

[1] GRANGER, 2.

66. **Briques légères.** — Au lieu de faire la brique en argile, on peut la constituer avec une autre matière minérale et n'employer l'argile que comme agglomérant.

Une matière très légère, comme la terre d'infusoire, s'agglomère très bien en l'additionnant d'un peu d'argile. La fabrication de briques en terre d'infusoires ne présente pas de particularités et se conduit comme celle des briques ordinaires.

On fait également des briques légères en introduisant dans la pâte une matière combustible comme de la sciure de bois.

Ces briques sont très légères et flottent sur l'eau. Elles sont précieuses dans les constructions navales.

TERRES CUITES ÉMAILLÉES ET FAIENCES ARCHITECTURALES

67. — Les terres cuites émaillées sont des faïences. La faïence est, en effet, une poterie à pâte poreuse, ayant reçu une composition vitrifiable, la glaçure, qui, par cuisson, forme un vernis transparent ou non recouvrant la pièce. Cette application a une nécessité au point de vue usuel, elle vient corriger la porosité de la masse et permet d'en faire l'utilisation pour la confection d'ustensiles domestiques.

Dans les produits céramiques servant dans la construction, il n'est point besoin de remédier à la porosité pour en faire une condition *sine qua non* d'utilisation, la glaçure n'est appliquée que pour embellir la matière. Néanmoins, au point de vue de la technique, il n'y a pas lieu de distinguer ces deux genres de produits.

La composition que l'on doit appliquer sur la terre

cuite pour l'émailler est ordinairement un silicate de plomb. On lui ajoute souvent aussi des alcalis, de l'alumine, de l'acide borique pour améliorer ses qualités de résistance, modifier sa fusibilité ou lui donner des propriétés particulières vis-à-vis des colorants.

La glaçure est incolore quelquefois, mais on la colore souvent. Les glaçures incolores laissent voir la teinte de la pâte, tandis que les secondes ont une coloration plus ou moins modifiée par la couleur du support. Les pâtes peu colorées sont évidemment celles qui permettent le mieux l'emploi des couvertes colorées. Les terres à teinte trop décidée ne sont guère utilisables que pour elles-mêmes, elles servent à donner des tonalités brunes ou rouges sous glaçure transparente.

Il existe un moyen céramique permettant néanmoins l'utilisation de glaçures colorées sur des terres teintées, c'est l'*engobage*. L'engobage consiste dans l'application d'une couche d'argile blanche sur la partie à émailler. La glaçure est alors posée sur un fond blanc, l'*engobe*. Mais pour avoir une bonne engobe, ayant même contraction que la terre, on rencontre parfois, des difficultés de sorte que l'engobage n'est pas une solution générale du problème.

69. — Les compositions servant à la confection des glaçures des faïences architecturales sont des silicates ou des borosilicates. A part les glaçures renfermant de l'oxyde d'étain qui sont opaques, les glaçures sont transparentes et renferment le colorant à l'état de dissolution. On confond souvent les termes *émail* et glaçures ; il serait plus régulier de réserver le terme d'émail aux verres plombeux renfermant un colorant dissous, le mot glaçure

désignant toute composition vitrescible applicable sur un produit céramique.

Les émaux que l'on emploie pour les faïences architecturales varient, comme composition moléculaire, de

$$PbO\ 1{,}5\,SiO^2 \qquad \left.\begin{matrix}0{,}55\ PbO\\ 0{,}45\ Na^2O\end{matrix}\right\}\ 2{,}15\ SiO^2$$

on rencontre également des compositions alumineuses, et des compositions boraciques telles que

$$0{,}1\ K^2O \quad 0{,}2\ CaO \quad 0{,}7\ PbO \quad 0{,}3\ Al^2O^3 \quad 3\ SiO^2$$

et $$0{,}6\ K^2O \quad 0{,}4\ CaO \quad 0{,}1\ Al^2O^3 \quad 2{,}7\ SiO^2 \quad 0{,}5\ B^2O^3$$

Nous donnons ces formules sous forme moléculaire, ce qui est plus commode, au point de vue chimique, pour en comprendre la nature et les rapports des divers constituants. Il est bien entendu, d'ailleurs, que ce mode de représentation n'implique pas l'idée de vouloir désigner une combinaison définie, mais simplement des rapports moléculaires.

Les fondants, uniquement plombeux, sont employés souvent, mais pour le développement de certaines tonalités, la présence des alcalis est nécessaire. En faisant varier les rapports des acides aux bases, on changera la fusibilité, les silicates plombeux étant d'autant moins fusibles qu'ils sont plus acides.

L'anhydride borique, substitué à de l'anhydride silicique, abaisse la fusibilité ; il a aussi une action sur le développement des couleurs.

Voici un exemple d'émail alcalin :

Sable siliceux	30
Carbonate de potassium	12
Carbonate de sodium	8
Minium	30

Il répond à la formule moléculaire :

$$2\,SiO^2 \quad 0{,}48\ PbO \quad 0{,}56 \left\{ \begin{matrix} Na^2 \\ K^2 \end{matrix} \right\} O.$$

Si, à ce fondant, on ajoute des oxydes colorants, on obtiendra toute une gamme de couleurs :

	Bleu	Turquoise	Vert	Jaune	Violet
Oxyde de cobalt.	0,7	—	»	—	—
Oxyde de cuivre	4,3	7	3,4	3,5	—
Oxyde de manganèse. . .	—	»	2,5	—	7
Oxyde de fer .	—	»	6,1	3,5	—
Fondant . . .	95	93	88	95	—

Avec un émail de cet ordre, on aura des tons éclatants qu'un verre plombeux ne donnerait pas.

Si l'on tenait simplement à obtenir des tonalités moins brillantes, on peut se rappeler que l'addition de cobalt, de cuivre, de manganèse à un silicate plombeux donnera du bleu, du vert, du brun violet.

Les fondants, additionnés d'oxyde d'étain, deviennent d'un beau blanc, mais opaques. On peut donc, à l'aide d'un émail de cet ordre, faire disparaître la coloration de la pâte.

La composition suivante donne un bon émail blanc :

Sable quartzeux	35,64
Minium.	15,80
Kaolin	19,34
Craie.	5,65
Calcine obtenue par l'oxydation directe d'un alliage de 25 0/0 d'étain et 75 0/0 de plomb.	40,00

70. — La préparation des émaux demande toute une série de manœuvres.

Il faut fritter le mélange, c'est-à-dire l'amener au moins à fusion, quelquefois même le fondre complètement avant l'emploi.

Les silicates plombeux peuvent s'employer à l'état de mélanges, cela n'a pas d'inconvénient technique, mais au point de vue de l'hygiène, c'est déplorable de manœuvrer des compositions pulvérulentes contenant du plomb. Certains fabricants n'hésitent pas, pourtant, à travailler dans ces conditions défectueuses.

Quand il s'agit de compositions renfermant des alcalis ou de l'acide borique, le chauffage préalable est indispensable. En effet, les alcalis sont amenés à l'état de carbonate et l'acide borique de borax ou d'acide, c'est-à-dire sous forme soluble. Comme les émaux sont appliqués délayés dans l'eau, il faut que le mélange formant l'émail soit amené sous forme insoluble pour éviter le départ dans le liquide des produits solubles dans l'eau.

71. — Pour fondre de petites quantités, on se servira d'un creuset chauffé dans un four, que l'on retirera et videra une fois la masse fondue. Mais, pour préparer de grandes masses, il est préférable de recourir à d'autres appareils.

Un four coulant à creuset percé est particulièrement commode. Le mélange est introduit dans un creuset percé à sa partie inférieure et posé sur un support muni d'un orifice correspondant. La masse fondue traverse le creuset et vient tomber dans une masse pleine d'eau. Avec deux creusets de 35 centimètres de haut, on arrive à fondre 100 kilogrammes de glaçure en douze heures.

72. — Les glaçures, une fois fondues, sont broyées et pulvérisées. Cette opération se fait dans des moulins analogues aux moulins à billes. La matière, déjà brisée en menus morceaux, est mise dans un tambour revêtu intérieurement de pierre dure et rempli de galets. On remplit d'eau et fait tourner. Au bout d'un temps suffisant la masse est broyée.

73. — La glaçure pulvérisée et tamisée est appliquée délayée dans l'eau. On la pose par différents procédés.

L'immersion consiste à tremper la pièce dans la glaçure délayée dans l'eau. La masse prend plus ou moins de glaçure suivant sa porosité. Une immersion trop courte donnera une couche trop mince, un séjour trop prolongé une couche trop épaisse.

Le trempage ne peut s'effectuer que sur des pièces faciles à manœuvrer et déjà cuites, car une pièce crue ne pourrait supporter le contact de l'eau sans accident.

L'aspersion consiste à arroser la pièce avec la couverte délayée. On peut remplir une capsule de liquide et la projeter sur la pièce. Pour émailler des briques, on emploie, dans certaines fabriques, une bouillotte dont le bec a la largeur de la brique. Il suffit d'appliquer le bec en haut de la surface à émailler, d'incliner et de faire arriver le liquide en descendant le récipient pour poser la couche de glaçure.

Le poudrage consiste à faire tomber la glaçure en poudre sur la pièce ; sur des poteries humides, la poudre adhère très bien.

L'insufflation se fait en projetant, à l'aide d'un vaporisateur, l'émail délayé dans l'eau. Ce procédé est surtout employé pour les grandes pièces.

74. — La cuisson des terres cuites émaillées s'opère dans des moufles ou des fours moufles. Nous avons décrit un four moufle, voici comment est faite une moufle.

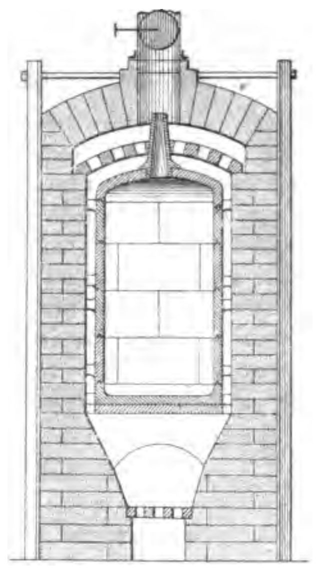


Fig. 41

75. — La moufle est un four particulier destiné à subir des températures moins élevées que les fours ordinaires. Dans ses parties essentielles, la moufle est formée d'une boîte en terre cuite placée au-dessus d'un foyer. Les flammes montent le long des parois et sortent à la partie supérieure, de sorte que tout l'intérieur est environné par les flammes.

Le chargement et le déchargement se font par le devant de la moufle qui est mobile. Il est formé de briques réfractaires que l'on assujettit une fois le chargement effectué. Un deuxième mur est établi devant.

Le foyer est disposé en dessous, il est alimenté parfois par du bois, plus économiquement par du charbon.

La cuisson peut s'opérer aussi dans des fours, mais elle demande des précautions spéciales pour éviter des réductions, des arrivées de débris de combustibles, etc.

CHAPITRE II

MATÉRIAUX ARTIFICIELS OBTENUS PAR VOIE IGNÉE. PRODUITS VITREUX OU VITRIFIÉS

76. — En faisant agir la chaleur sur des compositions renfermant des matériaux fusibles, on peut agglomérer les particules. Si l'action de la chaleur est suffisante, on peut même déterminer un commencement de vitrification ou même transformer la masse en un verre.

Divers produits se rattachent à ce groupe : le grès, la porcelaine qui font partie de la céramique, les agglomérés plus ou moins fondus, comme la pierre de verre, le verre. Nous allons les examiner successivement.

I. TERRA COTTA

77. — On fabrique, en Allemagne, sous le nom de *terra cotta*, un produit dont le nom, traduit en français par « terre cuite », donnerait une idée tout à fait fausse, éveillant le souvenir des statuettes de terre rouge. La terra cotta est faite avec une argile dégraissée avec du ciment et additionnée de feldspath en quantité suffisante pour agglomérer un peu la masse. Cuite très haut, cette terra cotta est excessivement dure, compacte et fait feu avec l'acier. Ce n'est pas une terre cuite proprement dite. On la décore avec des couleurs, sans glaçure, de manière à lui laisser un aspect peu brillant. On l'emploie dans l'architecture, car on peut lui donner de nombreuses formes. Ce produit doit pouvoir bien résister aux intempéries.

II. GRÈS

78. — Le grès se distingue des terres cuites et des faïences par la structure compacte et vitrifiée de sa pâte. Il est imperméable à l'eau, mais dépourvu de translucidité, ce qui le distingue de la porcelaine.

Le grès s'obtient par la cuisson d'argiles renfermant naturellement suffisamment de matériaux fusibles pour en vitrifier la masse. On appelle ce grès *commun* ou *naturel*.

En incorporant à une argile des matériaux fusibles, on obtient, d'autre part, des compositions qui forment également un grès à la cuisson. Le grès, ainsi produit, s'appelle *fin* ou *composé*.

Pour obtenir une pâte grèsant à la montre 9, il n'est pas nécessaire d'ajouter de bien grandes quantités de matériaux fusibles. Une argile renfermant 2 à 2,5 °/₀ d'oxydes alcalins ou alcalino-terreux donne un grès.

Les grès employés dans la construction sont ordinairement des grès simples.

§ 1. — Grès architectural

79. — Les qualités du grès sont évidemment supérieures à celles de la terre cuite, puisque la masse est compacte. Elle est plus apte à résister aux agents atmosphériques.

Le grès seul se prête à l'obtention de pièces de construction de toutes sortes. Seul il est monotone, mais agrémenté de glaçures il offre des ressources.

Sa fabrication ne présente rien de bien spécial : l'argile

ou les argiles sont malaxées et façonnées par les procédés déjà décrits.

Comme exemple de fabrication, dirigée dans cet ordre d'idées, nous reproduirons les renseignements publiés par la Manufacture de Sèvres dans sa notice sur la fabrication du grès cérame (G. Vogt).

La pâte a été composée d'argiles et de sable fusible :

Argile de Saint-Amand-en-Puysaie	56
Argile de Randonnai.	27
Sable de Decizo	26

Ce grès renferme 3 °/₀ d'oxydes alcalins et alcalino-terreux. Les matériaux employés présentent la composition suivante :

	Argile de Saint-Amand	Argile de Randonnai	Sable de Decize
SiO^2	64,17	67,83	85,36
Al^2O^3.	20,56	20,46	9,06
Fe^2O^3.	1,01	0,95	»
TiO^2	0,82	1,80	»
CaO	0,23	0,37	1,00
MgO	»	0,10	0,11
K^2O	1,82	0,90	2,20
Na^2O	0,38	0,37	0,52
Eau combinée et matières organiques. . . .	6,44	6,76	2,36
Eau hygrométrique	4,42	»	»

La pâte se façonne facilement, mais elle exige une dessiccation soignée pour éviter des déformations et des fentes.

La cuisson se fait à la montre 9 de Seger[1].

80. — L'émaillage peut se faire par salage et, dans ce cas, on jette à la fin de la cuisson du sel dans les alandiers. Les couvertes colorées ont été utilisées avec succès, et des couvertes demi-mates ont été appliquées aussi sur cette matière. L'émaillage, dans ce dernier cas, se fait sur crû.

Comme couverte incolore on prend :

Feldspath	42,1
Sable quartzeux	27,2
Kaolin	13,0
Craie	17,7

Si l'on veut transformer cette couverte en couverte colorée, on introduit des colorants qui viennent se substituer à la chaux de la couverte. Comme exemple, nous indiquerons quelques-unes de ces couvertes :

Bleu

Oxyde de cobalt	3,0
Feldspath	42,1
Sable quartzeux	21,2
Kaolin	13,0
Craie	14,1

Jaune 1

Oxyde d'urane	5,0
Feldspath	42,1
Sable quartzeux	29,3
Kaolin	8,5
Craie	17,7

[1] Les montres de Seger sont formées de pyramides de mélanges moléculaires dont les températures d'affaissement sont connus avec assez d'approximation pour que l'on puisse s'en servir comme pyroscopes GRANGER, 3.

Jaune 2

Oxyde de fer	5,0
Feldspath	45,0
Sable quartzeux	28.5
Kaolin	11,0
Craie	13,0

Vert 1

Oxyde de chrome	1,0
Feldspath	42,1
Sable quartzeux	27,2
Kaolin	13,0
Craie	12,7

Vert 2

Oxyde de cuivre	4,0
Feldspath	42,1
Sable quartzeux	27,2
Kaolin	13,0
Craie	12,7

Brun violet

Oxyde brùn de manganèse	5,0
Feldspath	45,0
Sable quartzeux	28,4
Kaolin	11,0
Craie	13,0

Brun roux

Carbonate de nickel	3,0
Feldspath	42,1
Sable quartzeux	27,2
Kaolin	13,0
Craie	15,3

Rose

Sable	30,5
Tournassures	47,0
Craie	24,0
Pinck	7,0

Le pinck se prépare avec

Oxyde d'étain	100,0
Craie	34,0
Bichromate de potasse	3,0

Calciner et laver.

Céladon bleu

Sable	30,5
Kaolin	20,0
Fritte	24,0
Craie	29,5

La fritte se prépare avec

Pegmatite	30,0
Oxyde de cuivre	1,5
Oxyde d'étain	2,7
Oxyde de fer	0,3

Céladon gris

Sable	30,5
Kaolin	20,5
Craie	24,0
Fritte	38,0

On fait la fritte avec

Pegmatite	30,0
Oxyde de cuivre	4,9
Oxyde d'étain	8,2
Oxyde de fer	0,9

Les céladons donnent des teintes pâles très appréciées. Leur réussite nécessite la transformation de l'oxyde de fer en oxyde ferreux ; il faut donc les cuire en atmosphère réductrice pour obtenir le résultat voulu.

81. — Au lieu des glaçures précédentes qui présentent

un certain éclat, on peut poser sur le grès des couvertes mates donnant un tout autre effet.

Les couvertes peuvent être formées par simple mélange, puis appliquées sur crû, après broyage. Elles se cuisent en atmosphère réductrice.

La couverte incolore renferme :

Pegmatite. . . .	30,0	Kaolin. . . .	40,0
Sable de Nemours .	28,5	Craie	20,0

Cette couverte est légèrement opaque.

Bleu gris verdâtre

Pegmatite	53,0
Kaolin argileux.	14,1
Sable quartzeux.	14,0
Craie	25,5
Rutile.	12,0
Oxyde de cobalt.	1,2

Rouge

Cette couverte est à base de cuivre; sa préparation nécessite une fusion préalable des matériaux.

Pegmatite	10,8
Sable quartzeux.	12,6
Oxyde de zinc	15,5
Carbonate de baryum	34,0
Borax fondu.	45,0
Carbonate de sodium sec.	16,5

Le verre fondu, ainsi préparé, est pulvérisé et coloré avec de l'oxalate de cuivre et de l'oxyde d'étain.

Verre précédent.	100,0
Oxalate de cuivre	2,0
Oxyde d'étain	1,0

Jaune ivoire

Pegmatite	53,0
Kaolin	14,0
Sable quartzeux	14,1
Craie	25,5
Rutile	9,6
Oxyde de fer	2,4

Jaune rougeâtre

Pegmatite	53,0
Kaolin	14,0
Sable quartzeux	14,1
Craie	25,5
Rutile	9,6
Oxyde de fer	4,8

Violet

Pegmatite	33,60
Kaolin	12,89
Sable quartzeux	47,00
Craie	15,00
Rutile	6,00
Oxyde de fer	6,00

Brun jaune cristallin

Pegmatite	33,60
Kaolin	12,89
Sable quartzeux	47,00
Craie	15,00
Rutile	9,60
Oxyde de fer	9,60

Brun doré cristallisé

Pegmatite	53,0
Kaolin	14,0
Sable quartzeux	14,1
Craie	25,5
Rutile	22,0
Oxyde de fer	17,5

Vert foncé cristallisé

Pegmatite	30,85
Kaolin	25,35
Sable quartzeux	36,00
Craie	28,00
Rutile	18,00
Oxyde de cobalt	12,00

82. — Les couvertes cristallisées nécessitent une fusion préalable des éléments. On prépare les deux mélanges :

	1	2
Sable quartzeux	360	350
Carbonate de potasse	138	69
Oxyde de zinc	162	202,5

Le mélange de ces produits dans le rapport :

Fonte 1	85
Fonte 2	15

donne les meilleurs résultats.

La couverte étant fusible, coule pendant la cuisson. La présence de l'oxyde de zinc demande d'éviter une atmosphère réductrice. En ajoutant du rutile, on a une couverte jaune; en remplaçant le rutile par de l'acide titanique pur, la couverte devient incolore. Elle dépose dans ce dernier cas des cristaux différents des premiers obtenus avec le rutile.

On fritte :

Sable quartzeux	300
Carbonate de potasse	138
Oxyde de zinc	162
Rutile	82

et l'on prend :

Fonte 2	15
Fonte 3	85

C'est ce mélange qui constitue la couverte.

83. — La cuisson de ce grès s'opère à Sèvres dans les fours servant à la cuisson de la porcelaine, mais on peut très bien le cuire dans tout autre four, pourvu que l'on puisse y atteindre la température de fusion de la montre 9, comme, par exemple, le four décrit plus loin.

§ 2. — TUYAUX DE GRÈS

84. — Par sa compacité le grès se prête à l'obtention de tuyaux de bonne qualité et que l'on emploie beaucoup pour établir des conduites.

Le tuyau se fait à la presse à filière. Il faut naturelle-

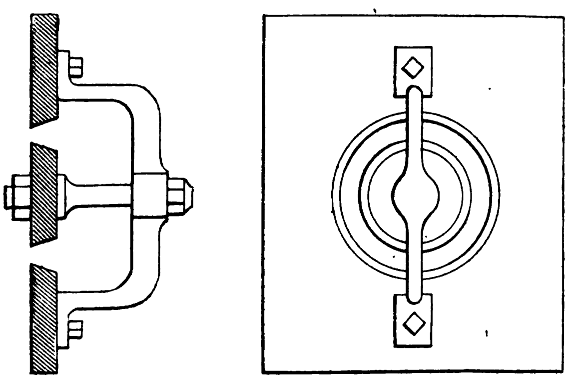


Fig. 42

ment une filière spéciale comme celle que nous représentons pour façonner un tuyau.

Pour les petits diamètres on utilise des machines à filières disposées avec une sortie horizontale. Les machines employées à ce genre de travail sont généralement actionnées par un piston pressant la terre dans une boîte précédant la filière. Ce système ne donne qu'une propulsion intermittente.

En utilisant une paire de cylindres on peut réaliser un débit continu. On a disposé des machines pouvant servir, par une manœuvre simple, au façonnage des divers produits nécessitant l'emploi d'une filière.

La grosse tuyauterie demande des appareils plus puissants dans lesquels les tuyaux sortent verticalement. La filière, qui est horizontale, reçoit la terre poussée par des cylindres. Au-dessous d'elle se trouve une table pouvant se déplacer verticalement au moyen d'une crémaillère.

Au moyen des piliers qui supportent le bâti on peut guider ce plateau. Un système de contrepoids équilibre la table et facilite ses mouvements que commande une manivelle.

Comme ces tuyaux présentent un emboîtement il est nécessaire de prendre quelques précautions. L'emboîtement du tuyau peut être déterminé pendant le façonnage en faisant descendre le tuyau sur une pièce tronconique, peu élevée, qui provoque un léger évasement.

On introduit d'abord dans la filière le mandrin destiné à former l'emboîtement, puis on fait monter la table de manière à la faire presser contre la filière. Comme le mandrin est un peu plus grand que l'épaisseur de la filière, il n'y a pas adhérence parfaite entre la filière et la table, il reste un petit espace vide entre ces deux organes. Dès que l'on donne la pressée la pâte vient s'écouler de la filière et coiffer le mandrin formant moule. On arrête la

machine, on descend la table et l'on enlève le mandrin. On remonte ensuite la table et l'on fait fonctionner la presse.

Le tuyau et la table descendent et on laisse ce mouve-

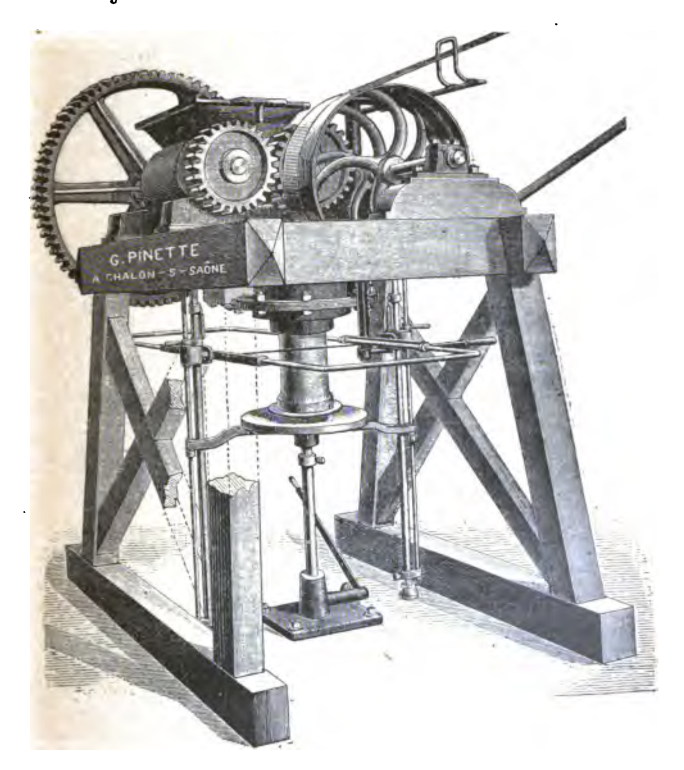


Fig. 43

ment s'effectuer jusqu'à ce que la longueur voulue soit obtenue. On fait agir alors un appareil coupeur et l'on en-

lève le tuyau après avoir fait descendre le plateau d'une hauteur suffisante pour une facile manœuvre.

A l'autre extrémité du tuyau, quand la pâte est un peu raffermie, on gratte la terre circulairement avec une pièce en forme de peigne qui détermine des rainures, nécessaires pour assurer un scellement adhérent.

Le tuyau de grès est repris après raffermissement pour lui donner une bonne forme. Les petits tuyaux sont montés au besoin sur un tour horizontal et soumis à l'action d'un outil tranchant. On corrige ainsi les aspérités.

Les gros tuyaux sont parfois tournassés intérieurement avec un équipage mobile que l'on introduit dans le noyau.

85. — On cuit les tuyaux en charge lentement. Le four à flamme renversée que nous représentons (fig. 44) convient très bien pour la cuisson de ce genre de produit ainsi que pour celle des carreaux.

§ 3. — Carreaux de grès

86. — Maintenant on travaille surtout à sec. L'argile est délayée, mélangée aux autres matières également broyées au moulin, puis la pâte raffermie est séchée. On la broie alors et on la presse à la machine. Les carreaux façonnés sont polis par passage entre deux cylindres avant d'être cuits.

La pâte signalée par Lambert[1] était faite d'argile plastique (blue clay) et de feldspath. Une addition d'oxydes

[1] Lambert, 1.

colorants donnait les colorations voulues. Pour les teintes foncées une argile rouge est parfaitement utilisable. L'incorporation des oxydes se fait par broyage.

Le feldspath est une substance chère que le bas prix du carrelage a fait chercher à remplacer par d'autres fondants moins coûteux. Le cornish-stone subit le même reproche quoiqu'il soit d'un emploi plus facile. Les carreaux de Pont-Saint-Maxence sont à base de laitier. Le laitier de haut fourneau est un fondant d'un prix peu élevé, il est vrai qu'il est très demandé, par exemple pour faire du ciment du laitier.

L'emploi de matériaux, tels que certains sables fusibles, donne de bons résultats. Additionnés d'argile ils donnent des masses vitrifiées satisfaisantes. Il y a actuellement un parti à tirer de ces matières.

Les colorations sont obtenues par des moyens simples. On se sert ordinairement de cobalt pour le bleu, d'oxyde de chrome pour le vert, d'ocres pour les jaunes et les rouges bruns et d'oxydes de fer et de manganèse pour les noirs. La valeur de l'addition ne dépasse pas 6 $^0/_0$ en moyenne.

La cuisson est lente naturellement pour éviter les ruptures. Elle s'effectue en gazettes comme pour les autres carreaux. On les pose de champ dans du sable.

Les fours intermittents à flamme renversée et les fours à gaz sont les deux types d'appareils les plus employés. Les premiers consomment 600 kilogrammes de houille en chiffres ronds pour 1 000 kilogrammes. Les seconds, en prenant le four de Mendheim comme exemple, consomment moins.

Nous donnerons, comme exemple, la fabrication des carreaux mosaïques de Mettlach.

Ces carreaux destinés au carrelage (voir n° 57), cuits en grès, sont connus aussi sous le nom de *carreaux mosaïques*.

A Mettlach, la Société Villeroy et Boch mène la fabrication de ces carreaux avec un grand succès et elle peut défier la concurrence de beaucoup d'autres fabriques et, en Allemagne, une seule fabrique, à Sinzig, lui fait concurrence.

Pour l'obtention de semblables produits on emploie des argiles qui ne nécessitent pas un travail préalable de lavage. Il faut une matière suffisamment homogène naturellement pour ne pas nécessiter un nettoyage par voie humide, nettoyage toujours coûteux.

Comme on emploie dans la fabrication des mélanges argileux appliqués l'un sur l'autre, le retrait de la matière a une très grande importance pour le choix des argiles. Il faut s'assurer que les différentes masses que l'on emploiera ne subissent pas des contractions présentant de trop grands écarts, après cuisson. Faute d'accord dans le retrait, les produits seraient déformés ou déchirés.

Le carreau comprend deux couches distinctes : la première qui forme presque toute sa masse est constituée avec une argile bon marché ; la seconde est composée d'argile fine mélangée à des colorants ou à des fondants. Cette dernière couche est de très faible épaisseur, car elle est plus coûteuse que la première, elle est posée simplement de manière à constituer une couche décorative de solidité suffisante.

La masse constituant la première couche est obtenue en broyant à la meule des argiles sèches, puis en les mélangeant et en les additionnant de la quantité d'eau nécessaire pour rendre facile le façonnage.

Quelquefois aussi on travaille d'abord la masse à l'état

de pâte molle, puis, après malaxage, on la sèche et on la broie à la meule. Les matériaux durs que l'on ajoute quel-

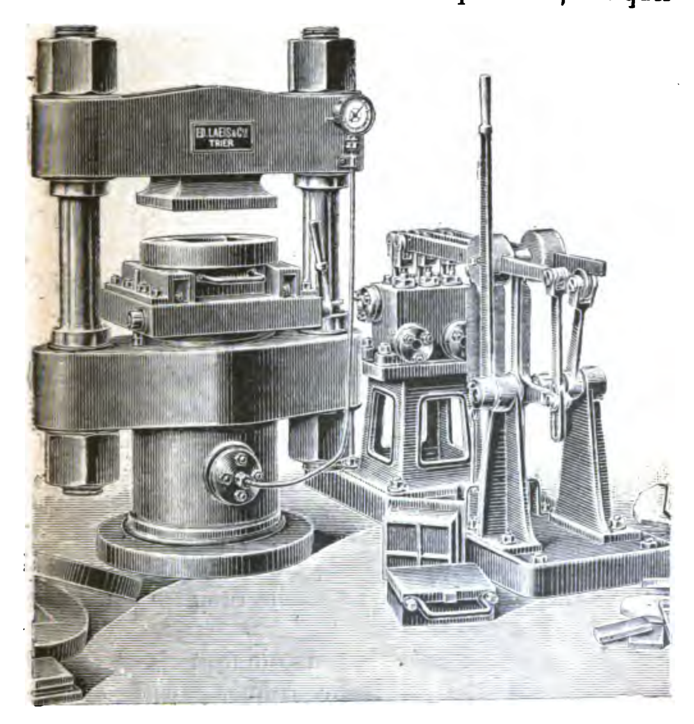


Fig. 44

quefois, comme le feldspath, sont broyés à part, puis ajoutés à la masse.

La presse, que nous représentons se compose d'un cylindre, fermé à l'extrémité inférieure, dans lequel se meut un piston muni d'un cuir embouti.

Le piston supporte la table destinée à recevoir la forme remplie. Deux règles parallèles creuses fixées sur la table servent au transport des formes ; elles sont traversées par deux pièces qui peuvent par l'aide d'un levier relever le moule. Au moment de donner la pressée on introduit un tampon sur le moule. On amène en avant, puis on replace au-dessus du piston. On presse alors en deux fois ; à basse pression, puis à haute pression. On desserre, puis en soulevant à nouveau le piston on démoule après enlevage du tampon.

Une fois pulvérisée, la pâte sèche est tamisée. Cette pâte sèche contient 7 °/₀ d'eau environ.

Quand on prépare des pâtes colorées on opère par voie humide le mélangeage. Le colorant est mêlé aux éléments de la pâte et la masse totale est pulvérisée à l'eau au moulin. On passe ensuite au filtre-presse, puis on sèche et l'on pulvérise une dernière fois.

87. — Le pressage s'opère dans des moules en acier au moyen de la presse hydraulique en employant une pression de 150 atmosphères. Le moule comprend un fond entouré par une garniture.

On verse une couche de composition, puis on remplit avec la pâte grossière qui doit constituer le corps du carreau. Une première pressée, à 50 atmosphères, chasse l'air et une seconde comprime fortement la masse. Les carreaux pressés sont portés au séchoir, où ils doivent séjourner jusqu'à complète dessiccation. On chauffe soit à la vapeur, soit par la chaleur perdue des fours.

La cuisson s'effectue dans des fours cylindriques semblables à ceux qu'utilisent les faïenciers (fig. 44) ou encore dans des fours à chambres. Les carreaux sont cuits en ga-

zettes. La cuisson se mène lentement, le petit feu doit être très doux, puis élevé progressivement jusqu'au grand feu. Une atmosphère réductrice est à éviter ; les couleurs peuvent être réduites et les carreaux enfumés. Pendant l'enfournement il faut veiller à placer au premier rang seulement les carreaux qui peuvent supporter sans accident une tempé-

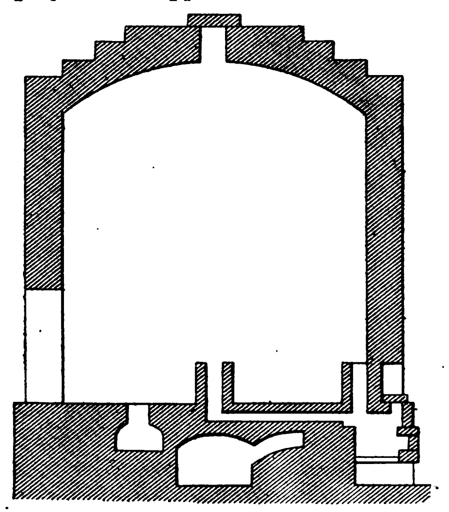


Fig. 44

rature élevée. La température est poussée jusqu'au commencement de fusion du feldspath.

Le refroidissement doit être lent, afin d'éviter des ruptures. Un carreau bien cuit est imperméable à l'eau ; sa structure est vitreuse.

Les principaux accidents qui peuvent survenir dans la fabrication sont : les déformations, les déchirures, les effritements de couleur et les fissures.

La déformation provient ordinairement du retrait inégal des masses servant à constituer le carreau. Ce n'est pas toujours pourtant pour cette raison que les pièces se déforment; la manière dont a été conduite la pressée peut jouer un rôle. Si la pression a été trop élevée les carreaux ont une tendance à se cintrer. Il faut remarquer avant toutes choses qu'un petit carreau, pour une même indication du manomètre, reçoit une pressée plus grande par centimètre carré, qu'un grand carreau. Il y a lieu de proportionner l'intensité de la pression à la grandeur du carreau. Si le mélange de la pâte formant le corps du carreau a été mal fait il peut se produire aussi des déformations.

Les ruptures viennent à la suite d'une dessiccation insuffisante, d'une cuisson brutale ou encore d'un mélange incomplet de la masse.

L'effritement des couleurs en petites lamelles est la conséquence de l'inégalité des retraits du support et de la matière supportée.

Le même accident se produit avec des pâtes dont l'humidité n'est pas la même.

Les fissures sont la conséquence du retrait trop grand de la pâte colorée. On peut cependant constater des fissures en forme de tressaillures quand les retraits sont de même ordre, c'est alors que les masses colorées manquent de fusibilité. Il ne faut pas faire de confusion entre les tressaillures et les fissures qui se produisent pendant le refroidissement, ces dernières peuvent être profondes et se prolonger dans le corps du carreau.

88. — Voici des exemples de composition de pâtes. On y indique comme argile, une terre provenant de Preschen

Pâtes colorées.

	Blanc		Gris		Gris d'argent		Jaune		Rouge		Vert		Bleu		Brun	Noir
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Argile de Vallendar	50	54	50	52	50	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Quartz	20	22	17	23	18	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Feldspath de Bohême	30	24	30	23	30	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fer chromé	—	—	3	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxyde de cobalt RKO	—	—	—	—	0,025	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Argile grasse de Preschen	—	—	—	—	—	—	10	18	16	12	13	8	—	—	17	10
Argile maigre de Preschen	—	—	—	—	—	—	40	62	18	44	46	27	—	—	60	36
Argile de Raubach	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Argile de Vallendar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	50	52,5	—	—
Argile de Briesen	—	—	—	—	—	—	—	12	16	—	39	—	—	—	8	—
Quartz	—	—	—	—	—	—	—	6	—	12	—	20	20	26	—	—
Feldspath de Bohême	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	14	28	18	—	5
Oxyde de fer	—	—	—	—	—	—	—	—	10	28	—	—	—	—	15	47
Oxyde de cobalt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	0,5	—	—
Oxyde de zinc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	—
Fer chromé	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	—	—	—	—
Bioxyde de manganèse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2

et qui sert, en Allemagne, à alimenter la fabrication d'un certain nombre de fabriques.

Pâte ordinaire

Argile maigre	78
Argile grasse	22

Le mélange est broyé à la meule.

Pâte blanche

Argile de Vallendar	41
Argile de Raubach	31
Feldspath de Nohfelden	28

On mélange par voie humide et l'on sèche le tout. On pulvérise ensuite à la meule le mélange suivant :

A.	82
Argile de Vallendar	10
Argile de Raubach	4
Feldspath de Nohfelden	4

PORCELAINE

89. — Jusqu'ici la porcelaine n'a été utilisée dans la construction que très exceptionnellement[1]. Il n'y a pas de raison pour employer une matière aussi coûteuse à la confection de pièces architecturales. Son rôle pourrait avoir un certain intérêt pour la confection de carreaux pour panneaux décoratifs. L'éclat de la matière et son inaltérabilité la recommanderaient pour des choses de cet ordre.

VERRE

90. — Le verre, à première vue, ne semble pas ap-

[1] La tour de Nan-King est une curiosité.

proprié à la fabrication de matériaux de construction ; il semble que c'est surtout à sa transparence que l'on doit s'adresser et que son rôle se borne au vitrage.

Pourtant le verre a une résistance, notable aussi est-il possible d'en tirer parti pour la confection de certaines parties des édifices.

Le verre, rappelons-le en quelques mots, est un silicate ou mieux un mélange de silicates, dont la formule globale correspond en moyenne à une trisilicate 3 SiO^2MO. Un véritable verre n'est pas monobasique, il y a deux bases dont l'une est un oxyde d'un métal divalent : ordinairement chaux ou oxyde de plomb ; et l'autre un oxyde d'un métal monovalent : potasse ou soude.

Les verres utilisables dans la construction sont des verres sodico-calcaires ; on les obtient par des procédés trop longs à énumérer ici et qui consistent à fondre un élément siliceux avec du calcaire et un composé sodique (sulfate ou carbonate).

Le verre ne se travaille pas à la température ordinaire. On le coule dans des moules aussitôt sa fabrication ou bien on le souffle ou le moule quand il a pris l'état pâteux.

91. — Le verre étant facile à travailler peut naturellement se prêter à l'obtention de produits ayant des formes géométriquement définies comme celles des matériaux employés dans la construction.

Une des plus anciennes formes du verre dans la construction est la dalle de verre. Les planchers dallés en verre permettent de rendre clairs des sous-sols que les matériaux non translucides rendent fatalement obscurs. Ce dallage est très résistant ; ainsi à la gare de chemin de

fer construite aux Invalides en 1900, à Paris, on a admis un coefficient de rupture de 250 kilogrammes par centimètre carré.

La fabrication des dalles de verre ne présente pas de difficultés considérables. Le verre fondu est simplement coulé sur une table métallique portant la forme en creux et laminé ensuite avec un cylindre.

92. **Verre armé.** — Le verre armé[1], c'est-à-dire le verre, contenant dans sa masse un treillis métallique, a fait son apparition il y a déjà un certain temps ; son avantage le plus marquant est, qu'en cas de rupture, les fragments de verre sont retenus par le treillis et ne peuvent se séparer.

En reprenant les divers brevets pris à ce sujet on voit que c'est un nommé Hyatt, de New-York, qui aurait eu le premier l'idée d'introduire une toile métallique en fil de fer dans la masse du verre. On devait faire ainsi des feuilles de verre pouvant remplacer le verre à vitre ordinaire, mais son procédé était trop rudimentaire et Hyatt ne put rien en tirer.

D'autres brevets succèdent à celui d'Hyatt mais c'est seulement en 1892 que Shuman, dans une série de brevets, apporte une solution vraiment pratique. Il introduit dans le verre un réseau métallique, par enfoncement ou insertion dans la couche encore fluide et malléable. Le premier il arrive à faire du verre armé en quantité notable : en 1894, il fabriqua les 30 000 mètres carrés qui forment la couverture de la nouvelle gare de Philadelphie.

En 1893, le procédé Appert fait son apparition. L'in-

[1] Appert, 1 ; Granger, 4.

venteur reprend une idée émise par Bécoulet et Bellet en 1893 : introduire un réseau métallique entre deux couches de verre laminées successivement. La modification d'Appert consiste à laminer simultanément les deux couches de verre. Ces deux procédés sont les types caractéristiques des moyens pratiques de fabriquer ce genre de verre. Tous les procédés qui ont suivi sont des modifications des procédés Shuman et Appert.

La résistance du verre armé se trouve le double ou le triple de la résistance du verre ordinaire. En dehors de la surcharge que peut supporter le verre armé, sa faculté de ne pas se rompre avec séparation des débris est très importante à considérer en cas d'incendie. Le verre ordinaire, une fois brisé, livre passage aux flammes alors que le verre armé reste en place et forme une cloison étanche.

Le verre armé a pris, par suite de ses heureuses propriétés, une large place dans la construction. On en a même tiré des applications singulières et en dehors de son emploi comme vitrage on en a fait des marches d'escaliers. On éclaire alors l'escalier par en dessous et en se servant de marches et contre-marches en verre armé on a un escalier très clair, présentant à la fois de la solidité et de la légèreté. Le soubassement des devantures peut se construire avantageusement aussi en verre armé. On arrive par l'emploi du verre armé à faire des panneaux translucides permettant d'éclairer les sous-sols pendant le jour et au besoin pouvant être illuminés en formant transparents lumineux une fois la nuit venue.

92. **Prismes Luxfer et verre losangé.** — Les prismes Luxfer servent à diffuser la lumière en remplaçant l'éclairage direct qui donne souvent un jour cru par une répar-

tition plus satisfaisante de la lumière. Comme son nom l'indique, le verre est mis par l'inventeur sous forme de surfaces prismatiques. La vitre est constituée par des plaques de verre dont la surface est ondulée à arêtes vives ; elle se présente comme formée d'une série de prismes accolés les uns aux autres. Selon les conditions dans lesquelles se trouve la pièce à éclairer, il faut choisir un prisme d'un angle convenable. Si la lumière est basse, on la projette horizontalement ou avec une direction inclinée, tandis que la lumière haute est réfractée suivant une direction au-dessus de l'horizontale. Ce modèle de vitrages permet donc d'envoyer la lumière frapper toutes les parties d'une même pièce.

Théoriquement, il faudrait une multitude de modèles de prismes, pratiquement un nombre très réduit suffit. La Société de Saint-Gobain a même imaginé un verre losangé qui fournit des effets analogues.

93. **Briques en verre soufflé**. — Les briques en verre soufflé[1] constituent des matériaux artificiels extrêmement curieux. Elles sont fabriquées en verre à bouteilles (silicates de sodium et de calcium plus ou moins alumineux). Elles sont soufflées dans des moules qui leur donnent la forme désirée, comme des bouteilles. L'ouverture qui a servi à souffler la masse est fermée à chaud par une goutte de verre.

Ces briques sont un excellent isolateur de la chaleur, du froid, de l'humidité, du bruit, des microbes et de l'électricité.

Le matelas d'air enfermé entre une double paroi, sans

[1] Morel, 1.

aucune communication avec l'extérieur, réalise un isolement de premier ordre contre le froid, la chaleur, etc.

Fermées à chaud, ces briques se maintiennent d'une limpidité parfaite et ne laissent pénétrer aucune buée ou poussière pouvant ternir ; elles sont bien supérieures pour l'inaltérabilité aux doubles fenêtres qu'elles remplacent, et qui se salissent rapidement à l'intérieur. La fermeture à chaud, à la température du verre malléable, augmente notablement la solidité des briques. La grêle a peu d'effet sur elles ; les voûtes et dallages en briques soufflées supportent parfaitement la circulation de l'homme.

Elles donnent une lumière excellente, leurs facettes étant combinées pour briser les rayons solaires. Toutefois, ces facettes ne permettent pas de distinguer nettement les objets, surtout de l'extérieur à l'intérieur. Cette particularité permet, dans certains cas, d'avoir des baies sur les propriétés voisines, les briques de verre constituant un mur et non une fenêtre.

Les briques soufflées peuvent s'employer pour fenêtres fixes, séparation de pièces, murs et cloisons intérieurs, pour la construction des voûtes sans fers, pour toitures et lanternes, pour le dallage et la couverture des cours. Elles trouvent des applications spéciales et particulièrement intéressantes pour la construction des serres ; pour les hôpitaux. salles d'opérations, établissements de bains, établissements frigorifiques, ateliers de photographie, etc.

Des essais de rupture par compression et par flexion et des essais de mesure de la dilatation thermique ont été entrepris sur tous ces types au laboratoire de l'Ecole nationale des ponts et chaussées, soit sur des briques isolées, soit sur des panneaux constitués par l'assemblage d'un certain nombre de briques. Ces panneaux ont été faits au

laboratoire et coulés au mortier de ciment Portland artificiel. Les essais ont été effectués après un mois de durcissement à l'air sous un hangar clos.

Ces essais ont montré que la résistance à la compression des briques isolées atteignait jusqu'à près de 1 700 kilogrammes.

La pose des briques ne présente aucune difficulté, et peut être confiée à tout maçon soigneux. Le mortier doit être, de préférence, fait de ciment Portland avec ou sans addition d'un cinquième de sable propre et pur. On peut également employer le ciment de Vassy, la chaux hydraulique ou le plâtre. Il faut nettoyer les joints avant que le mortier soit complètement sec.

Lorsqu'il s'agit de monter de grands panneaux ou de grandes voûtes, et qu'il y a lieu de prévoir des effets de dilatation, il suffit pour y remédier de passer sur les champs des briques une couche de colle forte, qui disparaît après la pose du ciment des joints et donne un peu de jeu à chaque brique.

Les dallages se posent sur des fers à I, placés à $0^m,75$ d'axe en axe et dont on a préalablement garni l'aile supérieure d'une bande de plomb.

La brique de forme appropriée permet de construire des façades arrondies sans aucun montant de support, ce qui est très avantageux pour bow-vindows, avant-corps cintrés, kiosques ronds, etc.

Les cloisons verticales peuvent être montées, soit à même les murs, en y ménageant une feuillure, soit, plus généralement, dans des cadres en bois ou en fer en U permettant d'emboîter la brique d'un centimètre environ.

Quand on veut exécuter une voûte avec des briques Falconnier, on commence par faire un cintre avec couchis

jointifs ; les angles de ceux-ci sont rabotés de façon à avoir une surface extérieure bien lisse ; le cintre est établi de telle sorte qu'on puisse l'enlever facilement ; sur la surface des couchis, l'ouvrier fait un tracé élémentaire permettant de placer chaque brique à l'endroit voulu, en laissant autour d'elle la place nécessaire pour le joint.

Les voûtes se faisant généralement avec des briques spéciales celles-ci, après avoir été encollées, reçoivent chacune le cercle en fer que l'on loge dans les encoches ménagées à cet effet. Si l'inclinaison de la voûte le permet, on dispose toutes les briques à leur place et on coule tous les joints en une seule fois, en se servant de ciment liquide. Si l'on ne peut gâcher le liquide, on maçonne au ciment gâché serré. On doit garnir le fond des joints d'un peu de sable qui empêche le ciment liquide de couler sous les briques ; le nettoyage ultérieur est ainsi moins difficile.

Dans les voûtes en ogive, on raccorde les deux remparts à la partie supérieure en nouant par un fil de fer les files des briques qui se font vis-à-vis.

Les briques en verre soufflé Falconnier sont particulièrement avantageuses pour la construction des serres.

94. **Tuiles de verre.** — La tuile de verre s'obtient aisément par moulage ; associée avec la tuile de terre cuite à feuillure. elle permet facilement d'éclairer un grenier ou un local situé sous le toit sans qu'il soit besoin de créer d'ouvertures spéciales. Au besoin même, s'il était nécessaire des changer de place l'entrée de lumière, l'opération ne présenterait pas d'autres difficultés que le déplacement d'une tuile.

95. — En dehors des matériaux employés ordinairement dans la construction on a fait servir le verre à la construc-

tion complète d'une maison. Henrivaux[1], dans son ouvrage, cite un docteur Hollandais, M. Van der Heyden, qui s'est fait construire à Yokohama une maison de verre. La transparence du verre supprime la nécessité des vitrages ; il n'y a plus de fenêtres dans cette maison de verre et l'air n'y arrive qu'après filtrage qui le débarrasse des germes et des poussières.

PIERRES ARTIFICIELLES OBTENUES PAR AGGLOMÉRATION AU MOYEN D'ÉLÉMENTS FUSIBLES

96. — Certaines compositions renfermant des constituants inégalement fusibles peuvent, après pression et exposition à la chaleur, prendre une certaine dureté. En effet, si la cuisson n'agit que sur les matériaux les moins réfractaires de la masse, et si ceux-ci ne sont pas trop abondants, la brique ou la pièce ne se déformera pas mais, par suite du ramollissement des parties les plus fusibles, les grains se trouveront soudés entre eux.

97. **Briques de laitier.** — Le plus simple mode d'utilisation des laitiers à la confection des briques serait évidemment de prendre le laitier fondu et de le couler dans des moules.

Dans le domaine de la pratique cette conception théorique n'est plus transportable, car les laitiers ont des propriétés qui ne se prêtent pas à ce mode très simple de traitement. Certains d'entre eux une fois solides se sillonnent de fissures peu de temps après leur solidification par suite de l'inégale dilatation des différentes parties de la

[1] Henrivaux, 1.

masse. Si de l'eau vient à s'introduire dans ces fissures et à s'y geler, les différentes particules éclatent et la matière se réduit en poudre. Un laitier qui présente ces fâcheuses propriétés n'est évidemment pas apte à la confection de briques de laitier par fusion.

Pour arriver à une masse pouvant se couler dans des moules sans ruptures ultérieures, il faut donner de l'homogénéité au laitier.

Lors de la solidification du laitier fondu, c'est naturellement la surface libre qui devient solide la première. La surface est même si unie et si brillante qu'il serait dangereux de circuler sur un parquet formé de briques de ce genre.

98. — Pour procéder à la fabrication[1] de briques de laitiers, il faut s'installer au voisinage du haut fourneau. On prépare en un endroit où le laitier fondu puisse arriver aisément une surface plane, que l'on saupoudre de sable fin, après l'avoir bien battue. Sur cette aire on installe alors un cadre de fer, divisé lui-même en plusieurs cellules correspondant chacune au volume d'une brique. Indépendamment de la forme habituellement donnée aux briques, on peut façonner aussi des carreaux à six et huit pans. Le cadre aura naturellement une hauteur en rapport avec l'épaisseur des briques.

On a ménagé dans la paroi de fer qui sépare deux moules un canal par lequel le laitier en excès, après avoir rempli un des moules, pourra s'échapper pour couler dans l'autre.

Ordinairement on prend un cadre pouvant servir à con-

[1] Lehner, 1

fectionner 100 briques d'une seule fois. Il est nécessaire, en outre, d'avoir à sa disposition un lourd rouleau de fer que l'on passera sur le cadre plein de laitier pour tasser les briques.

Une fois la coulée du laitier opérée, on l'amène dans les cadres, puis répand à la surface des cadres, garnis de laitier fondu, un peu de sable fin et procède au cylindrage jusqu'à solidification de la masse et cessation de luminosité.

Pour éviter des ruptures il est alors nécessaire de recouvrir les cadres d'une couche de sable de 15 à 20 centimètres. On réalise ainsi un refroidissement lent. Le démoulage ne doit plus avoir lieu qu'après refroidissement complet.

Une fois revenus à la température ordinaire, les cadres sont découverts et débarrassés de leurs briques. Par suite de l'ouverture de sortie de l'excès de laitier les briques sont réunies les unes aux autres par un filet de laitier qu'il est aisé de briser. On peut polir au besoin le point de rupture.

La partie restée en contact avec le sable est un peu dépolie, c'est elle qui devra former la partie supérieure du dallage pour les raisons que nous venons de donner.

Réunis avec du ciment de laitier, les carreaux de laitier forment un pavage excellent. Il est dur, résistant aux intempéries et étanche.

Pour la construction des murs les briques de laitiers ont trouvé peu d'emploi. Leur manque de porosité n'en permet pas l'assemblage par les procédés suivis pour la brique ordinaire. Sous forme de briques creuses elles sont plus facilement utilisables. On façonne alors ces briques en coulant le laitier dans un moule parallélipipédique tra-

versé de haut en bas par des tiges de fer de section carrée.

La question des briques de laitier a été reprise récemment par M. A. F. Le Chatelier qui a breveté un procédé de fabrication. Le laitier est utilisé tel qu'il sort du haut fourneau ou après mélange avec des fondants, ou bien encore après réchauffage et refroidissement. Ces opérations ont pour but de donner à la masse la fluidité convenant au moulage et de corriger les variations de composition des différents laitiers.

Les différents laitiers ayant des teneurs variables en silice, chaux, alumine ne peuvent être employés indifféremment dans les mêmes conditions à leur sortie du haut fourneau, car leur passage de la fusion liquide à la fusion pâteuse est plus ou moins rapide, et leur vitrosité plus ou moins grande. Ceci est très important suivant que l'ont veut mouler à l'état vitreux ou à l'état vitrifié. On est ainsi conduit à réchauffer ou non les laitiers et à en modifier ou non la composition, suivant la rapidité de la fabrication ou la nature des produits à obtenir.

Pour obtenir des produits colorés à la surface, on pourra poser un émail sur le moule et appliquer ensuite la masse.

Le laitier peut être moulé directement après sortie du haut fourneau ou bien, après réchauffement et incorporation de matières diverses. On fabrique aussi des plaques de grandes dimensions par laminage[1].

100. **Vulcanol.** — Le vulcanol est une pierre artificielle obtenue en agglomérant, au moyen de la chaleur, des débris de roches. On emploie comme matière pre-

[1] F. Le Chatelier, 1.

mière des débris de granit, basalte, porphyre, que l'on agglomère à haute pression et cuit dans des fours appropriés jusqu'à vitrification. Les pierres artificielles ainsi faites surpassent les roches naturelles en homogénéité et en résistance.

Le vulcanol est fabriqué en Allemagne par une importante société. Dans l'usine qu'elle a installée à Wurzbourg, elle s'occupe surtout de la confection de carreaux de pavement obtenus en agglomérant des déchets de pierre dure avec un liant argileux. On presse à sec très fortement avec une presse hydraulique et soumet à la cuisson. Cette dernière s'effectue lentement et se poursuit pendant douze jours. On laisse ensuite refroidir doucement.

Les pierres artificielles ainsi fabriquées ont la même résistance à l'usure et à la pression que les granits. Le vulcanol supporte la gelée, les intempéries et l'action des acides concentrés sans altération.

101. **Pierre de verre.** — M. Garchey a eu l'idée de réunir par fusion, dévitrification et fusion nouvelle subséquente des fragments de verre en un bloc solide que l'on façonne par moulage. Pour fabriquer un produit semblable, on lave d'abord des débris de verre, les réduit en fragments et les passe dans un classeur qui donne des grains de verre ayant des grosseurs différentes. La poudre renfermant un mélange convenable des divers grains est alors placée dans un moule en fonte que l'on porte dans un four où il est chauffé pendant une heure. Le verre subit une dévitrification et une fusion. Une fois la masse amenée à l'état de verre dévitrifié pâteux, on passe le moule un instant à une température plus élevée (1300° en-

viron). Le verre est alors soumis au pressage. Pour éviter un refroidissement trop rapide, qui serait fâcheux pour les propriétés de la pièce, on réchauffe le moule et son contenu.

Essayée au point de vue de la solidité, la pierre de verre a supporté, dans la détermination de sa résistance à l'écrasement, 2023 kilogrammes centimètres cubes; la matière résiste à la gelée et au frottement. La résistance au choc et à l'arrachement est considérable, de sorte que ce produit peut être classé dans les matériaux durs.

Pour éviter l'adhérence de la pierre de verre au moule, M. Crochet emploie un moule en terre réfractaire, doublé d'un moule en papier. Une fois dans le four de fusion, le papier brûle en formant une pellicule de carbone qui suffit pour empêcher l'adhérence entre le moule et la masse du verre.

La pierre de verre possède de grandes ressources au point de vue de la variété, car l'on peut, en modifiant les constituants, soit le grain, soit la couleur du verre, lui donner des aspects très variables. En posant sur le moule des poudres colorées, on arrive à nuancer le produit d'une façon très heureuse.

A côté de la pierre de verre, il faut citer aussi la *marblite*, produit fabriqué en Belgique, à la glacerie de Floreffe. Ce produit est fait en coulant dans un moule de fonte un mélange de divers verres colorés, mélangés incomplètement, de manière à fournir des marbrures.

CHAPITRE III

PIERRES ARTIFICIELLES OBTENUES PAR HYDRATATION

102. — Certains corps anhydres peuvent fixer de l'eau en formant des hydrates. Cette hydratation permet de donner de la solidité à certains mélanges dans lesquels entrent, comme agglomérants, des corps tels que la chaux vive, le sulfate de chaux, le ciment, etc. En plus de cette fixation d'eau, il pourra se produire une action entre les corps en présence, telle qu'une hydrosilicatisation.

Les compositions proposées pour réaliser la fabrication de pierres artificielles de cet ordre sont nombreuses et nous nous bornerons naturellement à examiner seulement les types les plus importants. Nous distinguerons parmi eux :

I. — Les pierres calcaires, composées avec un corps inerte auquel on ajoute de la chaux vive que l'on hydrate.

II. — Les pierres hydrauliques, renfermant du ciment dans leur masse.

III. — Les pierres à base de plâtre.

IV. — Les pierres à base de magnésie.

MATÉRIAUX AGGLOMÉRÉS PAR LA CHAUX

103. — Le type le plus important de cette série est la brique silico-calcaire dont nous allons étudier la fabrication en détail.

Nous examinerons d'autres genres moins entrés dans la pratique, comme les briques de cendre, de coke et de scories.

La réaction chimique fondamentale qui préside au durcissement de la masse dans cette famille est l'hydratation de l'oxyde de calcium CaO qui passe par l'action de l'eau à l'état de chaux hydratée $Ca(OH)^2$, puis une silicatisation.

I. PIERRES SILICO-CALCAIRES

§ 1. — Historique

104. — L'idée d'agglomérer du sable avec de la chaux n'est pas récente. Les Romains, si l'on en croit certains auteurs, auraient déjà eu l'idée de mélanger une partie de chaux en poudre avec deux parties de sable, de presser la masse dans des moules et de l'abandonner ensuite au contact de l'air jusqu'à ce qu'elle ait pris une dureté convenable.

De nos jours, les agglomérés silico-calcaires ont fait une réapparition, d'abord très timide, puis plus vivante dans la suite.

D'après un travail de G.-W. Cook[1], on aurait, dès 1838, fait des briques silico-calcaires en Amérique, sans recourir à la presse. Les produits étant simplement abandonnés à l'air pour durcir.

Dans le New-Jersey on fabriqua également des briques de ce genre, mais un peu plus tard. Il y avait, en 1855, une fabrication assez prospère à Bridgetown et aux envi-

[1] G. W. Cook, 1.

rons. A Norristown, près de Philadelphie, on aurait commencé même cinq ans plus tôt. On suivait encore à cette époque un procédé d'obtention assez primitif. La chaux, éteinte et transformée en lait, était envoyée dans une tine où on lui ajoutait du sable. Le mortier ainsi fait servait à la production de briques de différentes grandeurs. Pour le façonnage, on utilisait un moule à plusieurs cases, sans fond, que l'on posait sur une surface plane et dans lequel on introduisait le mortier à la pelle. A bout de 10 à 15 minutes la masse avait fait prise et possédait une solidité suffisante pour que l'on puisse démouler sans endommager les briques. Les briques moulées étaient alors abandonnées à l'air libre jusqu'à ce que leur dureté soit assez développée pour que l'on puisse les manœuvrer sans rupture. On en formait ensuite des tas et les laissait acquérir au contact de l'air leur dureté définitive.

Ces briques se vendaient, à Bridgetown, 20 dollars le mille, aux dimensions 30 × 22 × 15 centimètres.

D'après M. Stoffler, on emploie, en Suisse, depuis fort longtemps, des briques silico-calcaires faites en mélangeant 4 parties de chaux maigre, 1 partie de ciment et 15 parties de sable. On moule ce mélange mécaniquement et laisse durcir à l'air. Ce procédé, employé également dans l'Allemagne du Nord, n'a jamais permis une production très intense. Il emploie trop de chaux et, par suite, est trop coûteux. Le produit est alors incapable de lutter avec la brique de terre cuite dans ces conditions.

105. — Les progrès apportés à cette fabrication ont été lents, mais ils ont permis d'arriver à des résultats économiques appréciables et, actuellement, ce genre de pro-

duit se répand de plus en plus, surtout dans les pays où la pierre est peu abondante.

En Allemagne, on appelle ces pierres artificielles *Kalksandstein*, c'est-à-dire pierre de sable et chaux, nom logique d'après la constitution du produit. En France, on a employé à tort plusieurs désignations, ce qui peut prêter à la confusion. Les termes de grès silico-calcaire, pierre de sable et chaux, pierre silico-calcaire ou encore de pierre artificielle s'appliquent à ce même genre de produit, ce qui est fâcheux. Il semble que l'appellation la plus simple et la plus correcte est la pierre silico-calcaire et, dans le cas qui nous occupe, la brique silico-calcaire. La désignation de pierre artificielle appliquée à ce genre de produit, me paraît particulièrement critiquable, car c'est un terme général qu'il ne convient pas d'employer pour désigner un produit spécial.

La fabrication ne s'est pas développée sans difficulté, comme nous allons le voir. M. C. Stoch[1] a fait un travail très documenté sur l'histoire de la création de cette industrie, nous allons en reproduire les parties les plus importantes.

106. — Pour les régions pauvres en argiles, les pierres de silico-calcaires ne sont pas à dédaigner, car elles ne sont pas trop chères. Nous avons vu qu'au début on avait eu recours à des mélanges relativement assez calcaires que l'on façonnait d'une manière primitive. On se borna donc, pendant un certain nombre d'années, à travailler suivant les données exposées plus haut sans apporter de grands perfectionnements.

[1] C. Stoch, 1.

Avec l'introduction des laitiers, on a fait un pas en avant lorsque l'on a su le rôle hydraulique que les laitiers jouaient dans l'action chimique. En Westphalie et dans le Siegerland, depuis longtemps ces laitiers provenant de la métallurgie et principalement de la sidérurgie, sont utilisés, à la place du sable quartzeux, dans la maçonnerie, car les sables pour bâtir de bonnes qualités (surtout celui qui est peu riche en fer) font souvent défaut. Beaucoup plus tard, environ au milieu du siècle qui vient de s'écouler, on reconnaissait l'influence de la granulation sur certains laitiers et leur importance comme hydraulites réagissant chimiquement sur la chaux, soit à l'état d'hydrate, soit de lait de chaux. Avec cela, on avait la base d'une nouvelle industrie, la fabrication des briques de laitiers comme succédané des briques d'argile.

C'est vers 1860 que l'on entreprit les premières expériences à ce sujet avec des laitiers, à la Friedrich-Wilhelmshütte à Siegburg ; une fabrique, la première, de briques de laitiers fut installée à Osnabrück.

Comme matière première, on s'adressa surtout à des laitiers granulés provenant de fonderies de fonte que l'on mélange avec 7 à 12 % de chaux en lait et que l'on presse sous forme de briques. Pour la mise en valeur des laitiers, ce fut un moment particulièrement avantageux. Les forges se trouvaient en situation d'utiliser leurs laitiers comme bon sable pour la maçonnerie ou comme matière pour l'obtention de pierres de construction sans défaut. Il y avait là quelque chose de très intéressant puisque l'on était arrivé à donner une utilité à un sous-produit négligé jusqu'ici et considéré comme sans valeur. Tout ce que l'on avait accumulé en collines et en frais de transport sur les collines allait être évité, car les laitiers allaient de-

venir de l'argent directement ou indirectement. Encore aujourd'hui, un double wagon de laitier de haut fourneau granulé et de bonne qualité peut coûter, à l'usine, de 18 à 20 marks.

Seulement, des briques de ciment n'arrivent à prendre la dureté qui convient pour leur emploi qu'après un assez long intervalle de temps que l'on peut évaluer à deux ou trois mois. Comme, d'autre part, il n'y a pas partout des laitiers, cette industrie rémunératrice est naturellement limitée aux territoires où il y a du fer.

Aussi arriva-t-il que l'on revint de nouveau à un produit naturel beaucoup plus répandu, le sable, et que l'on chercha un nouveau procédé. On a enfin obtenu le succès complètement, mais ce résultat a demandé un quart de siècle d'efforts pour arriver au but.

Il est d'autant plus étonnant qu'il se soit écoulé un long terme, avant que l'idée première soit passée dans la pratique, que les deux brevets, qui tous deux et eux deux seuls sont en question dans cette industrie, étaient extraordinairement clairs comme rédaction et renfermaient presque tout ce qui a été proposé depuis. Les brevets dont il s'agit sont les brevets 502 du Dr Zernikow à Oderberg (2 juillet 1877) et 14195 du Dr Michaelis, à Berlin (5 octobre 1880).

Presque tous les autres brevets, pour peu qu'ils vaillent quelque chose, reposent sur ces deux brevets ; le reste a été démarqué. Ce qui a fait souffrir le plus l'industrie des briques de sable et chaux, c'est que trop d'inventeurs ont attaqué la question. Toute une série de brevets n'ont été pris que dans le seul but de vendre des licences au plus haut prix possible à ceux qui seraient assez confiants. Et, rarement aussi, on n'a pu apporter autant de trouble dans

une industrie, avec la phrase « expérience de plusieurs années », comme dans celle des pierres de sable et chaux ayant, au fond, une force vitale considérable.

Les deux brevets cités plus haut ont également une importance fondamentale pour l'industrie, mais ils sont différents en ce que Zernikow, quoique signalant des idées ayant leur valeur, nous fait une conclusion inexacte tandis que Michaelis a décrit dans sa revendication une exposition exacte des points importants.

Le brevet de Zernikow est épuisé en librairie ; il est donc à désirer pour les intéressés que son contenu soit indiqué suffisamment.

D'après son invention, le Dr Zernikow, part de chaux et de sable quartzeux qu'il emploie dans le rapport de 2 à 30 parties de chaux pour 100 parties de sable.

Pour fabriquer ses pierres artificielles, Zernikow prend une chaudière à vapeur fermée, munie d'un appareil agitateur à sa partie inférieure. Dans cette chaudière, on introduit de la chaux vive par le trou d'homme et on éteint cette chaux en versant de l'eau ; grâce à l'agitateur, on transforme la masse en bouillie. On ajoute alors le sable et on le mélange à la chaux en actionnant l'agitateur.

Cette première chaudière est entourée d'une chaudière absolument étanche, qui ne laisse autour d'elle qu'un tout petit espace entre la chaudière intérieure et la chaudière extérieure. Un générateur extérieur permet d'envoyer de la vapeur dans la partie où elle doit agir, au moyen d'une tuyauterie et d'une robinetterie convenable. La vapeur est fournie à 120°, soit à 2 atmosphères.

Après que la chaudière intérieure a été remplie de sable et de chaux, on y fait entrer de la vapeur. La masse, encore presque sèche, s'échauffe en même temps qu'une par-

tie de la vapeur se condense jusqu'à ce que la tension de vapeur limite soit obtenue.

Maintenant, la vapeur est envoyée de la chaudière intérieure dans l'espace compris entre les deux chaudières. Le mortier est alors chauffé par la vapeur à une température relativement constante et soumis de nouveau à l'action de l'agitateur. Cette sorte de cuisson dure environ douze jours à 2 atmosphères et à 7 atmosphères seulement deux jours. Il se forme, d'un côté, des combinaisons de la chaux avec la silice et l'alumine ainsi que l'oxyde de fer du sable, en même temps que de la chaux hydratée reste libre ; plus tard. cette dernière, subissant l'action de l'air, durcira par absorption d'acide carbonique.

Une fois la cuisson terminée, la masse est portée dans une chaudière de refroidissement et l'eau en excès expulsée par condensation. Avec le refroidissement, jusqu'à 100°, commence le durcissement de la masse.

La matière a maintenant la consistance d'une argile un peu dure, elle est prête pour le façonnage. Cette opération se fait en remplissant des moules de fonte et donnant une pressée ou bien en employant la pressée combinée avec l'emploi d'un calibre. Dans ce dernier traitement, on se sert des machines à briques ordinaires à filière ; c'est sur cette dernière qu'on adapte les calibres.

La pierre pressée est encore passablement tendre, pendant les premières vingt-quatre heures, on peut l'entamer avec un outil en bois de modeleur et. les jours qui suivent, il est possible de la travailler au couteau. Pourtant le durcissement va en progressant et la pierre atteint finalement la dureté du calcaire de Rüdersdorf.

Dans le brevet de Zernikow, qui ne renferme d'ailleurs aucune revendication formelle, on a laissé de côté une

quantité de matériaux qui ne pouvaient, à dire vrai, conduire à aucune exploitation sûre, mais qui, dans la suite des temps, devait servir à un grand nombre d'inventeurs comme base de leur « nouveau procédé ». Nous avons ici la chaudière close avec vapeur d'eau sous pression, nous avons aussi un malaxeur pour mélanger la chaux et le sable dans un tambour, nous avons le chauffage du mortier par un manteau de vapeur, etc., c'est-à-dire de vieilles choses connues dont, dans des temps nouveaux, on a voulu opérer la résurrection.

Mais, en définitive, Zernikow a précisé, dans ce premier brevet, d'abord la cuisson de la masse, ensuite son pressage. Sans doute, les pierres de sable et chaux ne furent pas exposées à la pression de la vapeur après pressage. Son procédé est donc irrationnel au point de vue technique et scientifique.

Cette faute de Zernikow, Michaelis la saisit et sut en profiter, si bien, qu'aucun des inventeurs ultérieurs n'a pu revenir sur ce point et y ajouter quoi que ce soit.

Michaelis dit, dans son brevet 14195, brièvement : « Je mélange intimement du sable avec 10 à 40 % de chaux hydratée dans des appareils appropriés. Le mélange ainsi obtenu est façonné et placé dans des supports, on le soumet alors à l'action de vapeur d'eau à 130°-300°. Au bout de quelques heures, il s'est formé un hydrosilicate calcaire et la masse est devenue dure, résistante à l'air et à l'eau ».

Tout est dit, c'est l'essence de la fabrication des pierres de sable et chaux : le mélange intime des deux composants, le façonnage en briques et le durcissement sous l'action de la vapeur d'eau. Si Michaelis, de son temps, n'est pas arrivé à faire entrer dans la pratique son inven-

tion, cela est dû simplement à l'insuffisance des ressources techniques mises à sa disposition. Nous n'avions, il y a trente ans, ni chaudières suffisamment résistantes, ni presses assez fortes. Et Michaelis devait voir les fruits de son invention tomber au profit des autres, après quelques années et non sans qu'il y ait eu diverses difficultés à surmonter.

Sur ces entrefaites, les inventeurs étaient encore au travail. Presque tout de suite, Zernikow chercha à améliorer son premier procédé. Dans le brevet 29698, le rapport du sable à la chaux éteinte est déjà plus net, il indique de 10 à 1. Il presse le mortier très fort dans des moules solides qu'il introduit dans la chaudière de durcissement, les uns au-dessus des autres, afin d'utiliser la pression résultant du poids des moules supérieurs sur les inférieurs. Les moules supérieurs sont chargés de poids spéciaux. Zernikow reconnaissait ainsi très justement combien il était important de presser le mortier. Une fois la chaudière remplie, on envoyait la vapeur et la masse durcissait dans le moule même. A la fin, on arrêtait la vapeur, laissait refroidir à 100° et vidait l'appareil. Ce procédé ne se prêtait qu'à la formation de grosses pierres, ou alors il nécessitait de très nombreux moules.

Dans un troisième brevet 34062, Zernikow passe de l'emploi de la chaux éteinte à celui de la chaux vive. Il veut tirer profit de la pression amenée par l'addition de l'eau, par l'hydratation de la chaux vive, c'est-à-dire utiliser l'augmentation de volume résultante. Ceci nécessitait des moules à parois très fortes et, d'un autre côté, en augmentant l'épaisseur des parois, on diminuait la grandeur des moules naturellement. L'addition d'eau, d'après la revendication du brevet, se faisait supérieurement sur le

mélange sec de sable et chaux. Le moule était alors fermé solidement et l'eau agissait à travers la masse. Que l'on obtienne ainsi une extinction complète de la chaux, c'est ce qu'il est impossible de constater.

Dans une seconde indication donnée dans le brevet, les moules étaient munis de fines ouvertures, qui devaient laisser pénétrer l'eau sans que la chaux puisse sortir. Les moules, solidement fermés, étaient alors plongés dans l'eau chaude pendant un temps assez long. De même, dans ce cas, il n'est pas exact de supposer qu'il y avait extinction totale. Le centre contiendra toujours de la chaux vive et restera tendre, ce qui sera une cause d'irrégularité.

Une troisième indication donne au lieu d'eau chaude l'emploi de la vapeur. Au bout de trois heures d'action de l'eau chaude ou de la vapeur, les moules sont encore une fois soumis à l'action de la vapeur d'eau sous pression.

Toutes ces trois méthodes paraissent impraticables pour avoir une hydratation complète de la chaux. Mais il est intéressant de voir que Zernikow a pressenti les procédés suivis ultérieurement, c'est-à-dire l'hydratation d'un mélange de sable et chaux dans un récipient plus ou moins étanche et éventuellement avec l'emploi d'une certaine pression.

Ces méthodes indiquées par Zernikow étaient même employables théoriquement et n'étaient pas pratiques parce qu'elles nécessitaient beaucoup de travail, des moules résistants et parce que, lorsqu'il s'agissait de petits formats, il fallait recourir à beaucoup de matériel.

Plus tard, R. Avenarius chercha à tourner ces dernières difficultés dans le brevet 76542 ; il se servait de grands moules également, dans lesquels il divisait le mortier en petits morceaux, en introduisant des séparations en tôle

pour faire de petits formats. Une fois l'équipage en tôle retiré, il remplissait de sable les intervalles. Le durcissement opéré les morceaux se séparaient les uns des autres, ou se laissaient couper facilement en frappant dessus. Avenarius évitait ainsi les moules trop nombreux, mais il augmentait la main-d'œuvre et le produit obtenu était de moins bonne qualité que le précédent. Ce procédé ne peut être considéré comme un progrès.

Cressy et Cie essayèrent de suivre une autre voie que Zernikow et Michaelis dans le brevet 20890. Comme dans le second brevet de Zernikow, le mélange était traité par l'eau, introduit dans des moules et pressé. On laissait la masse durcir quelque temps. On démoulait, avec soin, ensuite et l'on plaçait dans un récipient où de l'eau était chauffée presque à l'ébullition ; on abandonnait un temps assez long jusqu'à ce que la masse ait pris de la solidité.

Ce procédé ne put se maintenir. Les pierres étaient inégales de texture et l'action de l'eau était irrégulière. Le déchet était très grand ; l'emploi de ce brevet n'eut pas de suite.

Dix ans plus tard, le procédé Cressy fut combattu par Neffgen qui, dans le brevet 76246, apporta des modifications ; au lieu d'eau chaude, qui ne se laissait que difficilement absorber, il employa de l'air humide, chauffé au-dessous de 100°. Le brevet de Neffgen fut exploité par Becker et Clee et introduit dans quelques usines.

La fabrication des pierres fut conduite pratiquement de la manière suivante. La chaux vive était d'abord broyée dans un appareil *ad hoc* et transformée en poudre fine, afin de rendre la matière aussi attaquable que possible par suite de sa grande division. On ajoutait du sable, et dans le mélange sec on provoquait l'extinction par addition

d'eau froide. En même temps. dans l'appareil d'humectage, on opérait un mélange intime du mortier humide. Au bout de quelque temps, on procédait à un deuxième mouillage et l'on faisait un deuxième malaxage dans un autre appareil, en employant l'eau chaude ou la vapeur. Le mortier était alors moulé en briques du format ordinaire. On portait alors les briques dans des chambres à vapeur. formées par des chambres maçonnées où l'on obtenait une température un peu inférieure à 100°. Au bout de trois à cinq jours d'action de la vapeur et de refroidissement, les pierres étaient terminées. La vaporisation s'obtenait en chauffant l'air par des conduites. l'eau contenue dans les pierres se vaporisait, et il régnait une humidité saturée dans les chambres. Plus tard, on fut amené à introduire de la vapeur, enfin même on fit agir de l'acide carbonique pour provoquer le durcissement final.

Nous sommes en présence d'un système en opposition directe avec le procédé de Zernikow et aussi avec celui de Michaelis. Tandis que Zernikow chauffe la masse et se sert de moules solides et ainsi que Michaelis a recours à la vapeur d'eau sous pression, Becker et Clee travaillent avec des pièces pressées en utilisant l'air humide ou la vapeur à tension faible.

On doit convenir de suite que, par ce procédé, on a pu obtenir des pierres de sable et chaux utilisables, et que l'on en obtient encore. Je pourrais établir que, d'après les essais faits simultanément sur différentes sortes de pierres au point de vue de la résistance au feu, des pierres faites à haute et à basse pression, les pierres peu pressées ont montré une bonne résistance au feu.

D'un autre côté, il y a des considérations théoriques. Quand les partisans du procédé à basse pression font re-

marquer qu'ils travaillent à meilleur marché puisqu'ils ont besoin de moins de vapeur et n'utilisent pas de chaudières à vapeur aussi coûteuses que les autres, cela est inexact. En effet, le procédé à basse pression exige au moins soixante-douze heures, c'est-à-dire sept fois plus de temps que le procédé à haute pression. On ne voit donc pas d'où peut provenir l'économie de vapeur. Comme, en outre, le durcissement à basse pression dure sept fois plus de temps, il est donc nécessaire, à égalité de production, d'employer un espace sept fois plus important que dans le procédé à haute pression : il semble donc qu'il y a là une question de temps ou plutôt de frais jusqu'au moment où la dernière demi-douzaine de fabriques repentante se convertira au procédé à haute pression. Et cela d'autant plus que la fabrication à haute pression a donné des résultats supérieurs comme résistance.

Mais le procédé à haute pression n'aurait pas été au point dans la découverte fondamentale de Michaelis si, comme on l'a déjà dit, la conception initiale de Michaelis n'avait été remaniée par personne. Tous les procédés pour l'obtention de pierres de sable et chaux à haute pression roulaient sur des détails de fabrication. On n'arrive, dans tous ces brevets, qu'à une revendication concernant une partie de la fabrication, par exemple, il s'agit de l'introtroduction d'un nouvel appareil dont l'effet est déjà connu.

Nous avons comme partie importante de la fabrication tout d'abord l'extinction de la chaux. Il est clair que cette hydratation doit être aussi complète que possible afin d'éviter une hydratation ultérieure de la chaux une fois façonnée, avec production de fissures ou éclatement. Mais on va un peu trop loin dans les efforts ! On ne pense pas qu'il ne s'agit pas dans la pierre d'une combinaison de sable et

chaux pour avoir une masse exempte de pores, mais plutôt d'avoir une pierre formée de grains de sable dont chacun serait entouré de chaux hydratée. Car ce n'est que sur la force de cimentage de l'hydrosilicate de chaux qui se forme que repose l'obtention d'une masse compacte. Ce n'est qu'à la surface des grains de sable, et spécialement aux points de contact, qu'il y a formation d'hydrosilicate de chaux et une pareille formation est nécessaire, L'hydrate de chaux est et reste hydraté dans les espaces creux entre les grains de sable tant qu'il ne se change pas sur la couche extérieure en carbonate, avec le temps. Quoiqu'il en soit, il reste toujours assez de place pour donner asile à un mouvement modéré, comme cela peut arriver dans toute installation rationnelle. Les fissures des pierres pendant l'action de la vapeur, sur lesquelles nous reviendrons plus tard, ont d'autres causes.

Il ne faut pas oublier que de l'hydrate de chaux bien éteint est nécessaire pour d'autres industries et en quantités beaucoup plus grandes. Par exemple, la fabrication des ciments de pouzzolanes et de laitiers, que l'on doit considérer comme mortiers non poreux, nécessite que l'on fasse attention à ce que l'hydrate de chaux soit complètement éteint. Et justement, les besoins de cette industrie ont fait éclore un des premiers brevets pour l'extinction de la chaux, le brevet Pfeiffer 45711, un exemple frappant de la manière dont fut construit tout un procédé sur une partie de la fabrication.

Ce brevet contient des revendications de cette sorte : Un appareil pour éteindre la chaux sous pression..., caractérisé par une chaudière, chauffage au moyen de foyer direct, gaz de foyer ou vapeur en combinaison avec un récipient ouvert, pouvant se fermer, pour recevoir la chaux

vive, et un appareil d'arrosage dont l'ouverture, placée juste au-dessus de ce récipient, permet de faire couler sur la chaux de l'eau finement divisée.

Pour les petites quantités dans lesquelles on obtient la chaux éteinte, c'est un appareil passablement approprié. On remplit un récipient de chaux cassée en petits morceaux, on le relie à la chaudière et on ferme pour éviter l'accès de l'air. La chaleur produite par l'extinction, lors de l'arrivée de l'eau, provoque une vaporisation et il règne une certaine tension dans la chaudière, ce qui favorise et accélère l'hydratation. Alors on chauffe la chaudière soit par un foyer, soit par des gaz ou de la vapeur, afin d'éviter la condensation de la vapeur d'eau, au bout d'une heure, la vapeur d'eau est expulsée ainsi que l'eau condensée. Au bout d'une heure et demie de refroidissement, la chaudière est ouverte et l'hydrate de chaux est enlevé.

D'après Pfeiffer, la pression obtenue par la vapeur d'eau lors de l'extinction varie de 4 à 5 atmosphères. Cela est séduisant en apparence, mais ce l'est peu en réalité. Pfeiffer fit alors breveter un procédé dont la revendication portait sur l'utilisation de la chaleur et de la vapeur d'eau produite dans l'extinction de la chaux pour la production de pierres de sable et chaux. C'est le brevet enregistré sous le numéro 82782, brevet qui apporta peu de satisfaction à l'inventeur, mais coûta beaucoup d'argent à ceux qui prirent des licences.

D'après la description du brevet, la chaudière dans laquelle devait s'opérer le durcissement était disposée de telle sorte que les pierres étaient chargées en haut sur un wagon à plateforme, et qu'en bas on remplissait les caisses avec de la chaux. De la description du brevet, il semble donc que la chaleur d'extinction de la chaux suffisait pour

opérer le durcissement des pierres sans qu'il soit besoin de recourir à d'autre adjuvant. Cela aurait été, sans aucun doute, un important progrès.

Pour utiliser ce brevet, Pfeiffer s'associa avec Michaelis et Olschewsky sans toutefois avoir de résultat. En fin de compte, Olschewsky resta seul possesseur du brevet. Encore dut-il se convaincre bientôt qu'avec cela il n'était pas en état d'entreprendre grand'chose. Il m'a semblé (quoique cela soit difficile à tirer de sa lecture) que le brevet 108245, pris par Olschewsky, n'a comme revendication que l'extinction de la chaux avec la quantité d'eau nécessaire prise non à l'état d'eau, mais à celui de vapeur sous pression moyenne. Il n'est pas établi dans cette revendication, même pour Olschewsky, que cela soit indispensable dans la pratique et que cela se comprenne de soi-même pour le technicien ; pendant toute la durée du durcissement, les tubes qui amènent la vapeur destinée à agir sur la chaux restent en communication avec la chaudière sous pression et lui apportent constamment de la vapeur. En second lieu, faut-il que la vapeur à pression moyenne puisse agir pour le durcissement des pierres fraîches, ce sur quoi Michaelis d'ailleurs avait vainement cherché d'établir un brevet.

Dans le brevet 82785, Olschewsky s'est torturé en essayant divers modes de travail, sans succès. Il n'y avait plus qu'à obtenir le durcissement des pierres brutes et, à cela, il ne pouvait arriver. La raison était facile à saisir ; la chaleur d'extinction de la chaux était relativement trop faible. Un exemple le fera rapidement saisir.

Prenons une chaudière contenant 6 000 briques, pesant en tout 22 700 kilogrammes, ces 6 000 briques (qui renferment 6 % de leur poids de chaux contiendront 1 332 ki-

logrammes de chaux. Comme 1 kilogramme de chaux s'hydrate en dégageant 277 calories, on aura, pour les 1 332 kilogrammes, 370 000 calories lors de l'hydratation. D'autre part, comme 1 kilogramme de bon charbon développe de 7 300 à 7 500 calories, la chaleur d'hydratation des 6 000 briques correspondra à celle de 50 kilogrammes de houille, qui, bien comptés, coûtent 75 pfennings (0 fr. 93). L'effet utile par 1 000 briques correspondra donc à l'économie de 15 centimes par mille, ce qui ne représente pas 1 % des frais de la production totale.

Deux essais, que j'ai dû faire comme expert, confirment ce que je viens de dire. On prit deux chaudières identiques de dimensions : l'une fut chargée de 6 000 briques, l'autre restant vide. Mais dans les deux on mit la quantité nécessaire de chaux dans les caisses d'extinction, et les chaudières furent aussitôt hermétiquement closes. On ferma la conduite d'arrivée de la vapeur lorsque dans chacune des deux chaudières on eut introduit la quantité d'eau correspondant à l'extinction. Très vite, on vit les manomètres commencer à monter, et au bout de sept minutes, ils étaient arrivés au maximum de leur effet dans les deux chaudières. On lisait trois quarts d'atmosphère dans la chaudière occupée par les pierres, et 1 trois quarts dans celle qui était restée vide. Quelques minutes après, les deux manomètres commencèrent à descendre lentement.

Ces deux expériences montrent d'une façon frappante que l'effet produit par la chaleur d'hydratation de la chaux est bien faible et très court. C'est caractéristique et en même temps facile à comprendre théoriquement, que cet effet utile se montre plus faible dans la chaudière remplie que dans la chaudière vide ; il y a augmentation de sur-

face de condensation et de refroidissement grâce aux 6 000 briques. Aussi la pression n'arrive pas à atteindre la même valeur. Cette pression dépend de la tension de la vapeur provenant de l'eau d'hydratation en excès et de la tension de l'air de la chaudière que la chaleur d'hydratation a chauffé et dilaté.

On pourrait toujours dire : l'effet utile est très petit, mais il existe ! Aussi, doit-on le contester. Tout d'abord l'introduction et l'enlèvement des caisses d'extinction, lourdes et incommodes à manier, coûtent de la main-d'œuvre, dans le cas où l'on n'a pas recours à des appareils de décharge coûteux, plus que l'économie de 15 centimes. En second lieu, l'hydrate de chaux obtenu n'est pas homogène. A la partie inférieure, où l'eau s'amasse, l'hydrate est humide et pelotonné, en haut, où seule la vapeur a agi pour l'hydratation, l'extinction n'est pas complète. Dans le cas particulier où l'on a des chaux un peu argileuses, c'est une circonstance bien désagréable.

Le brevet 82785 ne permet pas de travailler meilleur marché, il est plus cher, et par suite moins avantageux. Il fut cassé à la fin de 1902, par la juridiction. Ce fut un des cas les mieux caractérisés où un brevet portant sur un détail de fabrication fut baptisé « procédé ».

Un cas tout semblable fut celui du brevet 103777 de Kleber, à Mayence. Ici, voici ce que disait la revendication : procédé pour l'obtention de pierres de sable et chaux au moyen d'une chaudière de pression et de vapeur surchauffée (ceci était connu depuis Michaelis et tombé depuis dans le domaine public). L'auteur faisait connaître qu'il procédait à l'extinction du mélange sable et chaux vive avec de l'acide chlorhydrique étendu à 5 ou 10 %.

Le point important du brevet était donc seulement l'ex-

tinction avec de l'acide chlorhydrique, ce qui forme une partie et non pas la partie la plus importante de la fabrication. Sur cela on avait bâti tout un procédé, toute sa marche, ce qui n'avait rien à faire avec l'extinction.

Dans le brevet de Pfeiffer on voit enfin une apparence de rectification, mais qui semble même au profane présenter un avantage aussi faible qu'un avantage peut l'être. Il s'agit, comme la chaux se laisse difficilement éteindre, d'ajouter de l'acide chlorhydrique. C'est faux ! Cette proposition que la chaux s'éteint mal ne se vérifie qu'avec des chaux argileuses ou trop cuites. L'acide chlorhydrique, tout comme l'eau, attaquera la chaux vive, qui n'a pas besoin de cet appui. On peut du reste séparer un mélange de chaux et de calcaire quantitativement. On comprend tout de suite que la manipulation de l'acide chlorhydrique dans une usine de pierres de sable et chaux n'est pas admissible.

Kleber n'est pas persuadé non plus de l'exactitude absolue de son procédé. Cela se voit dans la description du brevet, dans laquelle le mélange est soumis plusieurs fois à l'action d'un appareil mélangeur, puis va se déposer.

A citer aussi le brevet 137295 de H. Nehbel, à Schöneck. Dans celui-ci on préconise une sorte de chaux plutôt qu'une autre. Nehbel fait son mélange de chaux et sable avec de l'eau additionnée de 2 à 3 °/₀ de salpêtre, afin de donner de la solidité aux pierres, sans penser toutefois aux inconvénients en résultant pour la maçonnerie.

On dut alors revenir à l'idée mère de Pfeiffer. Par suite des difficultés de manœuvre des caisses d'extinction et de l'inégalité des résultats, on pensa à se servir de récipients dans lesquels on pourrait faire remuer la masse. Le premier appareil de ce genre fut le tambour proposé

par Jäger, de Berlin, dont le brevet fut acquis par Olschewsky. L'appareil comprenait un tambour tournant autour de son axe ; on remplissait ce tambour de chaux vive, puis l'on y introduisait de l'eau en quantité suffisante, et l'on faisait tourner.

Cet appareil avait deux inconvénients : la température s'y élevait considérablement, et par suite la tension de la vapeur d'eau au point d'y devenir dangereuse, et ensuite l'hydrate n'était pas homogène.

Jäger et Olschewsky firent une addition sous le n° 120113 à ce brevet 109555. Au lieu d'eau on se servait du sable humide, qui devait entrer dans la composition de la masse, en n'en employant que la quantité nécessaire pour ne pas arriver à une température trop élevée. Les grains de sable augmentent la surface de condensation et diminuent le danger provenant d'une augmentation trop considérable de la tension de la vapeur d'eau, en outre, on a, en opérant ainsi, un mélange préalable avantageux. Ces trois avantages réunis facilitèrent l'entrée de ce tambour dans l'industrie des briques de sable et chaux.

Les frères Forstreuter d'Oschersleben dans leur brevet 130501 apportèrent une autre solution pour amoindrir la tension de la vapeur d'eau. Leur appareil comprend également un tambour rotatif. L'axe du tambour est creux et est traversé par un courant d'eau. Ce dispositif permet d'éviter un trop grand échauffement, il est complété par un appareil auxiliaire favorisant la condensation de la vapeur.

Beil, de Charlottenbourg, a également construit un tambour analogue qui se distingue par ce détail de construction que dans le récipient qui doit recevoir l'eau on a disposé un appareil pour recueillir les poussières.

Schwarz et Meurer ont combiné un tambour ouvert dans lequel l'extinction et l'addition de sable se font simultanément; jusqu'ici on n'a pas établi à qui revenait la priorité. Ils revinrent aux récipients solides pour opérer l'extinction. Leur appareil se compose d'un cylindre horizontal dans lequel se meut un agitateur. Au moyen d'un manteau extérieur le cylindre peut être chauffé à la vapeur. Un tube permet l'évacuation, un autre relié à une pompe donne la latitude de faire un vide relatif dans le cylindre. On commence par mettre du sable dans le cylindre et l'on chauffe à la vapeur, ce qui sèche le sable, on aide à la dessiccation en faisant jouer l'aspirateur et l'agitateur. On ajoute alors 5 à 7 % de chaux en poudre avec la quantité d'eau nécessaire. La masse est alors mélangée et chauffée, sans cette fois produire d'aspiration.

En opérant ainsi on a un mélange homogène de sable et de chaux régulièrement hydratée.

Kreft, à Ecksey en Westphalie, a combiné un appareil breveté sous le n° 101954 et qui est destiné aux mêmes usages. C'est un cylindre mélangeur, long, pouvant se fermer, et dans lequel on envoie, par un trou de charge, le sable et la chaux dans les rapports voulus. Un arbre à ailettes tourne le long de l'axe et opère le mélange des matériaux. L'extinction s'opère au moyen de vapeur envoyée en sens inverse de la marche de la matière.

Pour terminer, il nous reste encore à dire quelques mots du procédé de Michaelis pour obtenir la chaux éteinte et breveté sous le n° 128050. Michaelis est parti de ce fait que le lait de chaux contient trop d'eau pour donner un mortier susceptible de bien se presser, tandis que la chaux éteinte est difficile à obtenir bien régulière. Il mélange alors, afin d'avoir un bon mortier pour le

pressage, de l'eau, du lait de chaux et de l'hydrate sec. Ce mélange est ensuite introduit dans des caisses, et en même temps que des pierres façonnées, on le met dans la chaudière afin de faire agir sur le tout la vapeur d'eau. Ce mode opératoire est resté sans valeur pratique à cause des frais supplémentaires qu'il occasionne.

En somme, ce qui est à éviter, et ce que les inventeurs ont cherché, c'est à éliminer dans la chaux éteinte la présence de chaux non éteinte. Dans l'appareil de Numford-Moodie on arrive à cette séparation par l'emploi d'un courant d'air convenablement réglé ; la différence de densité de la chaux vive 3,080 et de la chaux éteinte, 2,078, est suffisante pour permettre l'application de cet appareil.

§ 2. — Fabrication des briques silico-calcaires

107. **Matières premières**. — La chaux, comme on le sait, ne se trouve pas dans la nature à l'état d'oxyde de calcium mais de carbonate. On transforme ce carbonate en oxyde par l'action de la chaleur et l'on a ainsi la chaux dite : chaux vive. Nous n'avons pas ici à examiner la fabrication de la chaux et nous renvoyons le lecteur au volume de cette encyclopédie où seront traités les *chaux, ciments et plâtre* pour les détails de cette opération.

Certaines fabriques de briques silico-calcaires font elles-mêmes leur chaux, mais certaines autres achètent leur chaux. Il n'y a rien d'absolu à cet égard.

Le calcaire trop calciné donne une chaux qui n'est pas à recommander pour la fabrication des briques silico-calcaires, car il peut y avoir des fragments qui ne s'hydratent que lentement. Ces parcelles s'éteignent beaucoup

plus tard et font gonfler et éclater les briques qui en contiennent. Il est préférable de faire usage de chaux qui ne soit pas trop active. Si le calcaire est trop peu calciné, la chaux obtenue n'aura pas les inconvénients que nous venons de signaler.

Le sable est un sable siliceux. Il doit être à arêtes vives et ne pas avoir un trop gros grain. Glasenapp a donné des points de repère qui sont intéressants. Il a montré que l'élévation de la pression de 5 à 10 atmosphères avec une ascension de température de 151 à 179° amènent la formation de silice soluble quand on opère avec du sable fin de 2 1/2 à 3 et avec du gros sable jusqu'à 8 fois, suivant la teneur du mélange en chaux. A égalité de pression la finesse du grain a une importante influence sur la quantité de silice soluble formée. Le sable fin à 5 atmosphères en donne environ 2 fois, à 10 atmosphères 2 1/2 à 4 fois plus que le gros sable. Ceci correspond presque au rapport des surfaces en jeu dans les deux cas. Il sera donc nécessaire de tamiser le sable pour en éliminer les parties trop grosses.

La pureté du sable doit aussi être prise en considération, surtout en ce qui concerne les produits argileux. Il y a eu des discordances d'opinion à ce sujet, car Meurer et Girard ajoutaient au sable pur un peu d'argile dans le but d'arriver à une résistance plus élevée. Il y a là une erreur faisant négliger le côté physique en présence de la question chimique. Il ne s'agit pas ici d'influences chimiques favorables, la résistance dépend plutôt d'actions mécaniques. Dans le cas qui nous occupe, l'addition d'argile, en augmentant la plasticité facilite le pressage que Meurer et Girard ont effectué dans leurs essais avec une énorme presse hydraulique.

E. Rott a rejeté complètement le sable et ne travaille plus qu'avec de l'argile aussi exempte de sable que possible.

On peut supposer néanmoins que plus le sable est pur et plus la formation de l'hydrosilicate est facilitée et par suite plus la solidité doit être développée.

108. — Une des opérations lés plus importantes pour la fabrication rationnelle des briques silico-calcaires est la préparation des matières. Pour assurer une fabrication régulière et un rendement satisfaisant il faudra assurer :

1° Une pureté constante du sable et une granulation régulière ;

2° Une chaux de qualités chimiques constantes vis-à-vis du sable.

3° Une extinction parfaite donnant la transformation complète de la chaux vive en chaux hydratée ;

4° Maintenir le même rapport entre les matières formant la masse ;

5° Travailler cette masse régulièrement ;

6° Avoir un mélange toujours comparable à lui-même tant physiquement que chimiquement.

Les premières conditions ont trait à la nature et aux qualités physiques et chimiques des matières, mais les autres concernent la fabrication elle-même.

Il est évident qu'une fabrication de ce genre doit naturellement s'assurer l'alimentation en matières premières. Le sable doit se trouver en amas dans le voisinage ou il faut que son approvisionnement soit facile et peu coûteux.

109. — La chaux vive est réduite en poudre pour être incorporée dans la masse. Pour la réduire en fragments

on se servira d'un concasseur. Le concasseur à mâchoires remplit très bien cet office. Il se compose de deux mâchoires dont l'une est fixe et l'autre mobile autour d'un axe horizontal. Par le mouvement d'un levier actionné lui-même par une tige verticale que relève et abaisse un excentrique, la machoire inférieure se trouve rapprochée

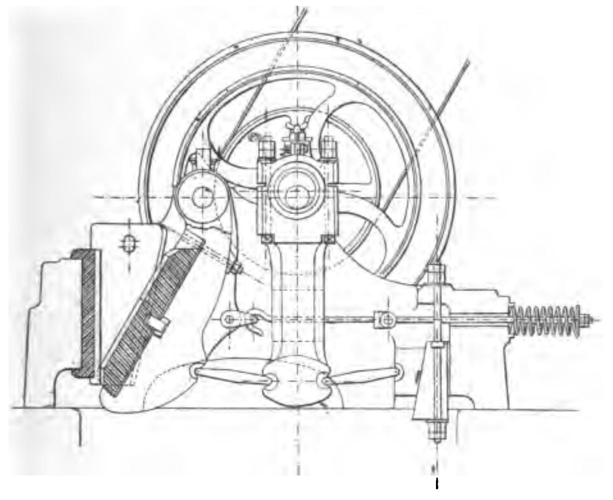


Fig. 46

par sa partie inférieure de la mâchoire fixe. On peut régler la distance qui restera libre entre les deux plaques de métal formant les mâchoires.

Au lieu d'un concasseur à mâchoires, on peut se servir d'un cylindre cannelé, tournant dans une boîte en tôle. La matière s'écrase contre cette dernière, puis tombe sur une grille à interstices réglables, afin d'obtenir des grains de grosseur égale, mais dont la grosseur est réglable à volonté.

Ces appareils ne donnent que de la chaux en petits fragments. Pour avoir le produit en poudre, on introduit ces grains dans un moulin à boulets. Nous avons déjà décrit cet appareil. Le transport de la chaux concassée au moulin à boulets se fait aisément au moyen d'un élévateur.

Il faut tenir compte, dans la pulvérisation de la chaux, de la production de poussières qu'il faut éliminer, aussi emploie-t-on un élévateur étanche et cherche-t-on par tous les moyens à éviter les chutes libres de chaux en poudre qui amènent fatalement la production de nuages de chaux vive.

Il est important de protéger les ouvriers de l'introduction de poussières de chaux dans les voies respiratoires au moyen de masques, d'éponges et de lunettes.

Un broyeur centrifuge, comme le broyeur Carr dont nous avons déjà parlé précédemment, convient très bien aussi pour la mouture de la chaux qui est une matière peu dure.

La chaux se passe au tamis à 40 mailles par centimètre carré.

Le sable est du sable quartzeux ou du sable quartzeux roulé. S'il est trop impur, son lavage est indispensable.

Le lavage par décantation suffit dans beaucoup de cas. On projette le sable dans un bassin et le remue de manière à dégager les impuretés qui se détachent. Au moyen d'un courant d'eau, ces matières sont entraînées et viennent se déverser dans un autre bassin. Après dépôt, on peut enlever l'eau qui surnage et la faire servir au lavage.

Le lavage s'effectue également bien dans un laveur à vis hélicoïdale. Ce laveur est formé d'une auge en tôle légèrement inclinée, dans laquelle tourne une vis sans fin. Le

sable introduit à la partie inférieure remonte l'appareil dans toute sa longueur sous la poussière de la vis, tandis qu'il subit de haut en bas l'action d'un courant d'eau.

Un autre genre d'appareil fonctionnant avec de l'eau sous pression lave très bien le sable.

Le sable est contenu dans un récipient conique qui reçoit un violent jet d'eau par sa partie inférieure. Le jet traverse le sable et entraîne les impuretés avec l'eau qui déborde de la cuve. Le récipient peut se renverser, aussi, une fois le sable lavé, on n'a qu'à lui faire faire une demi-rotation pour le vider de son contenu.

Au lieu d'une cuve on peut en disposer plusieurs communiquant entre elles par un mouvement de chasse produit par une pression puissante. Il faut, pour un appareil de ce genre, disposer d'eau sous forte pression.

Certaines usines se servent de sable pris au bord de la mer. Ce sable renferme du sel marin qu'il importe absolument d'éliminer par lavage. Pour un lavage de cet ordre, l'eau froide ne suffit plus, son pouvoir dissolvant étant trop peu énergique. On lave alors à l'eau chaude.

Le sable qui provient du lavage, ou que l'on vient d'extraire des rivières est humide. On le sèche. Même quand on se sert de sable relativement peu humide, il est bon de sécher avant l'emploi. L'évaporation à l'air, dans un hangar ventilé, donne une bonne dessiccation, mais, comme l'évaporation est lente, on devra, dans ces conditions, avoir un abondant dépôt de sable.

On sèche aussi quelquefois à chaud. Quelques fabriques emploient pour cela le dispositif suivant. Le sable est placé dans un silo au milieu duquel se trouve un tube percé de trous. On fait passer un violent courant d'air chaud dans la masse qui se sèche ainsi facilement. En vi-

dant progressivement par la partie inférieure et regarnissant par le haut, on arrive à une production continue.

La dessiccation du sable peut s'effectuer aussi dans un gros cylindre incliné dans lequel passe un canal d'air chaud. Un troisième genre d'appareil sécheur se compose d'un cylindre chauffé par un manteau, et dans lequel tournent des palettes. On facilite le départ de l'eau en faisant fonctionner une pompe à vide qui élimine ainsi la vapeur à mesure de sa production. La chaleur dégagée par l'extinction de la chaux est utilisable avec certains dispositifs.

110. — Quand le sable est fourni en roche au lieu de se trouver en grains on doit d'abord concasser la roche sableuse à l'aide d'un appareil du genre de celui que nous avons décrit précédemment. On divise d'abord la matière au concasseur à mâchoires, puis passe les morceaux ainsi obtenus dans une paire de cylindres à écartement convenable. Généralement, on travaille en dernier lieu sur du grain passant dans un tamis ayant de 15 à 25 mailles au centimètre carré.

Il est facile de réaliser une installation simple fonctionnant mécaniquement pour ce genre d'opération. La roche arrivant par la partie supérieure tombe entre les mâchoires d'un concasseur et les morceaux qui s'en séparent descendent directement dans la trémie d'un broyeur à cylindres. La poudre sortant des cylindres se rend dans une auge où une chaîne à godets la puise et l'enlève pour la verser sur un tamis. Ce tamis, oscillant pour faciliter le travail, est placé suffisamment haut pour que les refus puissent glisser de là jusqu'au broyeur où ils sont de nouveau soumis à l'action pulvérisante.

Le grain traversant le tamis est alors employé tel quel.

Pour réaliser une installation plus ramassée, on a combiné des appareils dans lesquels le concasseur et les cylindres broyeurs sont montés sur le même bâti. Dans ce cas, un tamis est placé entre les deux appareils pour éliminer les fragments trop gros.

Les sables agglomérés et ne présentant pas trop de dureté sont faciles à broyer avec un appareil concasseur, comme le broyeur Carr.

Comme appareil pouvant effectuer aussi le broyage du sable citons aussi les meules. On se servira pour cela de meules avec plateau perforé, de sorte que la matière broyée au grain voulu sortira d'elle-même et débarrassera le chemin des meules où la poussière ne pourra s'amasser et diminuer l'effet des meules en permettant aux grains de se tasser dans la poussière.

Ces meules servant à ce broyage sont des meules verticales roulant sur un plateau. Elles ressemblent aux meules dont nous avons parlé à propos de l'écrasement des argiles mais elles en diffèrent par la robustesse de leur construction. On les construit soit mobiles, c'est-à-dire roulant sur un plateau fixe, soit fixes avec un plateau tournant. Ce dernier modèle est plus solide que le précédent. En perforant le plateau à la grosseur convenable nous avons fait remarquer que l'on faisait un premier tamisage. On peut disposer ces ouvertures soit sur le chemin de la meule, soit latéralement ; mais dans ce cas il faut faire passer la poudre sur les orifices au moyen d'une raclette.

Ces orifices sont coniques et présentent supérieurement leur plus petite ouverture, avec ce dispositif on évite le bouchage des trous de sortie.

111. — Une fois la chaux et le sable amenés à la grosseur nécessaire on peut soit procéder à l'extinction de la chaux et mélanger les matières, soit mélanger le sable avec la chaux vive et procéder ensuite à l'extinction.

112. — Quand on travaille avec de la chaux vive il faut d'abord éteindre la chaux. Cette opération peut être réalisée simplement en ajoutant à la chaux la quantité d'eau nécessaire pour son hydratation, sans introduire un excès de liquide. Un dispositif opératoire pratique consiste à charger la chaux dans un panier en osier et à plonger celui-ci dans l'eau pendant une minute environ. La chaux absorbe de suite de l'eau et s'en sature en gonflant. On vide alors le panier et la chaux se divise en donnant la poudre blanche, légèrement onctueuse qui constitue la chaux éteinte. Comme nos lecteurs le savent, l'hydratation de la chaux vive est accompagnée d'un dégagement de chaleur notable qui amène la vaporisation rapide de l'eau qui ne fixe pas la chaux. Cette vapeur peut entraîner des poussières de chaux, elle est donc assez malsaine et les ouvriers que leurs travanx amènent à séjourner dans cette atmosphère devront se munir des appareils de protection nécessaires auxquels nous avons déjà fait allusion.

Comme la chaux vive n'est pas absolument pure et tout à fait homogène, elle présente des parties plus ou moins dures et s'hydratant plus lentement que les autres. La masse de la chaux après extinction ne sera donc pas complètement pulvérulente, mais elle renfermera des grumeaux dont il est bon de la débarrasser. On y arrive aisément à l'aide d'un séparateur à vent.

Cet appareil se compose essentiellement d'un cylindre dans lequel tournent des ailettes horizontales. La matière pulvérisée entre dans l'espace compris entre le bord des ailettes et les bords d'un cylindre intérieur concentrique au premier. Les parties fines sont soulevées et sortent de ce cylindre intérieur pour tomber dans le cylindre primitif. Les grains lourds tombent dans le cylindre intérieur. Ces deux cylindres se terminent par des parties coniques aboutissant à des tuyauteries séparées.

113. — La chaux peut aussi s'éteindre en vase clos sous pression, on exerce ainsi une action plus énergique qu'avec l'arrosage à l'air libre mais on est obligé de recourir à un outillage spécial. La chaux est alors introduite dans des appareils en tôle fermés avec la quantité d'eau nécessaire pour son hydratation. Par suite de la chaleur dégagée pendant l'extinction de la chaux il y aura volatilisation d'une partie de l'eau. La pression dans l'appareil va donc se trouver augmenter rapidement et dans des limites qu'il est difficile de prévoir. On ne peut raisonnablement exposer l'appareil à subir des pressions de 10 atmosphères et plus sans le munir d'un manomètre et d'une soupape de sûreté.

Un des dispositifs les plus prônés consiste dans un cylindre horizontal dans lequel on charge la chaux. L'eau n'est pas introduite en même temps ; elle arrive par un tuyau horizontal percé de trous qui suit l'axe du cylindre. En faisant tourner le tambour pendant l'arrosage le liquide se répartit dans toute la masse. La rotation permet ensuite d'obtenir une action régulière. Au lieu de faire suivre au tube arroseur l'axe du cylindre on peut construire

le cylindre extincteur un peu différemment. L'axe de rotation fait un certain angle avec l'axe du cylindre ; pendant la rotation la matière est remuée d'une manière moins régulière que dans l'appareil précédent, l'agitation

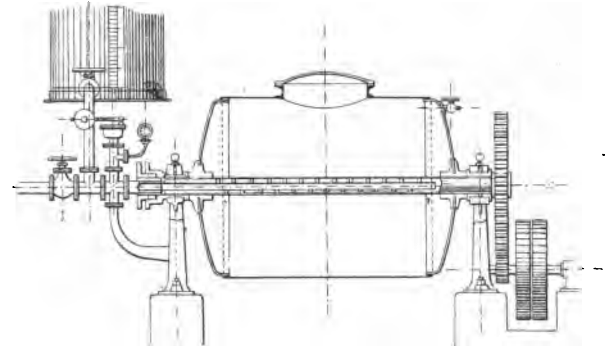


Fig. 47

est alors plus complète. Avec ce dispositif on n'emploie pas de tube d'arrivée d'eau, on se contente de jeter l'eau en quantité voulue sur la chaux.

114. — Le second procédé de préparation de la composition silico-calcaire prend la chaux non plus à l'état hydraté mais sous forme de chaux vive que l'on éteint après son mélange avec le sable. C'est ce second mode opératoire qui est le plus recommandé, aussi lui accorde-t-on la préférence.

La composition possédant une faible teneur en chaux, le mélange devient difficile. On ne peut incorporer cette chaux sous forme de lait, ce qui amènerait trop d'eau. L'emploi de la chaux éteinte en poudre n'est pas exempt de complications, car cette poudre en s'humidifiant a une

tendance à se mettre en boules. Cette tendance s'accentue si l'on travaille avec du sable humide pour économiser les frais de dessiccation. En malaxant la chaux vive avec le sable on surmonte ces inconvénients.

115. — En opérant avec de la chaux vive le sable humide ou l'eau que l'on ajoute agissent sur la chaux qui se délite et tombe en poussière. Cette chaux pulvérulente se répand autour des grains de sable, d'autant mieux que l'on a soin de mélanger les matériaux pendant que s'opère cette extinction. Ce travail accessoire provoqué par l'action chimique de l'eau sur la chaux vive n'ayant plus lieu quand on se sert de chaux éteinte, on comprend aisément qu'en ce mode opératoire il y a un travail mécanique de préparation plus énergique à effectuer.

La chaleur dégagée pendant cette hydratation aide considérablement l'action de la chaux sur le sable. La masse ne durcit pas pendant ce temps mais prend de la plasticité. Si l'on augmente la température, cette plasticité devient même encore plus prononcée. En chauffant la composition silico-calcaire on a en plus l'avantage d'augmenter la vitesse de la réaction. En cinq minutes on peut réaliser une opération qui nécessiterait 10 à 20 heures en silos.

116. — Le mélangeage, pour être bien fait, nécessite des appareils spéciaux qui fonctionnent soit d'une façon intermittente, soit d'une manière continue.

Les mélangeurs intermittents sont chargés de quantités dosées de matériaux et peuvent traiter jusqu'à 2 mètres cubes de sable.

Dans les mélangeurs continus on opère sur des quantités plus faibles mais il sort à tout instant du mélange

préparé qui se remplace aussitôt par du mélange brut. Leur alimentation est naturellement plus délicate que celle des mélangeurs intermittents qui reçoivent en une fois une grosse charge qu'ils travaillent ensuite pendant un certain temps. On alimente les mélangeurs continus mécaniquement. Un appareil distributeur automatique amène à de brefs intervalles des charges déterminées de chaux et de sable en rapport avec les proportions adoptées pour le mélange.

117. — Les mélangeurs ont des dispositions qui ne diffèrent pas beaucoup de celles que l'on a données aux malaxeurs utilisés dans l'industrie céramique. Ils comprennent une auge dans laquelle tourne une vis qui remue

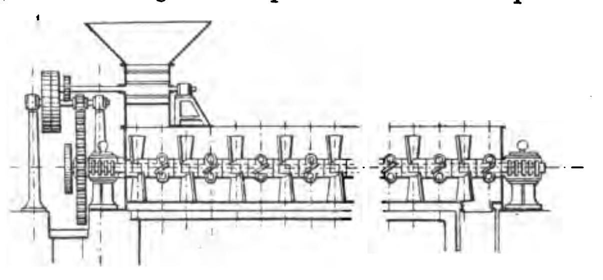


Fig. 48

le mélange de sable et chaux. Sous cette forme ils se prêtent au travail continu car la vis, en même temps qu'elle remue le mélange, le pousse en avant et tend à le chasser de l'appareil. On peut, pour obtenir un bon mélangeage, disposer deux de ces appareils l'un au-dessus de l'autre, en plaçant la sortie de l'un au-dessus de l'orifice de chargement du mélange inférieur. La masse subira dans le second mélangeur un travail analogue à celui

qu'elle a déjà subi dans le premier, mais en sens inverse, ce qui ne peut que contribuer à lui assurer de l'homogénéité.

Pour assurer le chargement un distributeur automatique vient apporter au mélangeur le sable et la chaux. Ce service est fait par une chaîne sans fin garnie de godets dont les uns cueillent du sable et le suivant de la chaux. Il n'y a qu'à régler le débit initial comme il convient.

Les meules donnent un malaxage satisfaisant mais

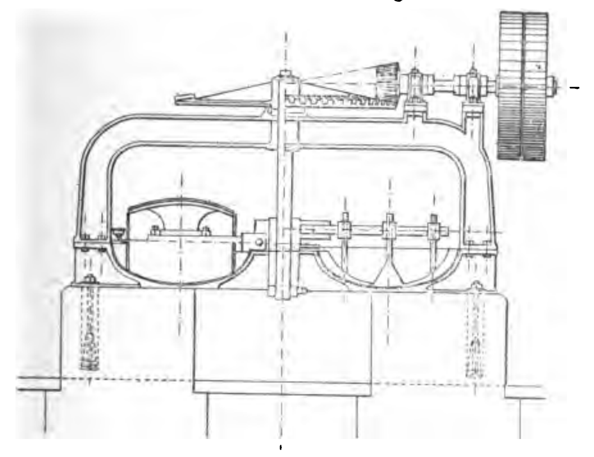


Fig. 49

elles ne se prêtent pas à l'alimentation continue et automatique.

On a construit aussi des mélangeurs rappelant les meules mais construits un peu différemment. La meule a reçu la forme d'un cylindre de faible rayon mais dont la surface active présente une courbure. La rotation s'ef-

fectue dans une auge circulaire demi-cylindrique de section.

Nous avons indiqué tout à l'heure l'avantage qu'il y avait à mélanger et à éteindre à chaud. L'appareil de Schwarz est basé sur cette manière de voir. Il est formé essentiellement d'un cylindre entouré d'un manteau dans lequel circule de la vapeur fournie par l'échappement. Un tuyau perforé permet d'introduire soit de l'eau, soit de la vapeur.

La machine de Schwarz tient le milieu entre deux procédés, elle peut travailler avec de l'hydrate de chaux ou bien avec de la chaux vive. Quand on l'emploie avec cette dernière matière on la prend à l'état de poudre et l'on travaille avec du sable sec et une quantité d'eau réglée. Cette machine fait le mélange et le malaxage de la masse sans que la température s'élève beaucoup.

Le mélange s'effectue au moyen d'une spirale qui tourne à l'intérieur et la matière sort de l'appareil très convenablement malaxée.

Un autre procédé de préparation du mélange consiste à éteindre la chaux vive par du sable humide et chaud. Pour arriver à une extinction totale on traitera ce mélange dans l'appareil précédent en envoyant de l'eau ou de la vapeur dans le tambour.

L'Eisenwerke Aktiengesellschaft de Hambourg vormals Nagel et Kämp opère le mélange avec deux vis provoquant deux courants opposés. Cet appareil est très approprié au travail des matériaux terreux humides.

M. Stoffler a décrit un mode préparatoire un peu différent des précédents. La masse avant d'être malaxée subit un repos. Le mélange est d'abord soumis à l'action d'une vis sans fin. Au sortir de ce mélangeur il est amené dans

un récipient où il va séjourner pendant 10 à 20 minutes. L'hydratation se continue et la masse foisonne. Ensuite on fait tomber la masse dans un mélangeur et lui ajoute un peu d'eau par aspersion.

118. — Une fois le mélange obtenu, la masse n'a pas toujours la quantité d'humidité nécessaire pour opérer un bon pressage. Il faut un humectage ultérieur suivi de mélangeage et malaxage. Cet humectage est très important.

Si les briques présentent des fissures ou des éclatements, ceci peut tenir à une teneur trop faible en chaux hydratée et à une hydratation subséquente de chaux restée vive pendant le durcissement. Une quantité d'eau trop grande dans la masse peut produire le même accident.

Si des 6 % de chaux vive introduite dans la pierre, il y en a 1/2 %, c'est-à-dire un douzième, resté à l'état de chaux vive, cela correspond à 9 % environ de la chaux totale restés comme chaux vive, mais c'est une fraction très petite du volume de la brique et l'on peut presque admettre que tant que cette limite de non hydratation ne sera pas dépassée il y aura absorption de l'accroissement du volume par les pores de la masse.

Quand il y a un excès d'eau dans le mortier, soit 3 à 4 %, l'action de cet excès d'eau peut être assez sensible. L'eau en excès, au moment de l'introduction de la vapeur dans la chaudière de durcissement, se vaporisera très rapidement. Cette production de vapeur et l'augmentation de volume, qui en est la conséquence, ayant lieu au moment où la brique est encore très tendre sont mal supportées par la brique qui court le risque de se déchirer et d'éclater.

C'est donc surtout à l'excès d'eau se dégageant de la

masse du traitement à la vapeur, et non à la présence de grains de chaux non éteints, qu'il faut attribuer la production des fissures et éclatements lors du passage des briques à la chaudière.

Schwarz en partant de matériaux secs avait donc raison.

Il est important également que l'humidité soit bien répartie dans toute la masse. La poudre a une tendance à faire des grumeaux en s'humidifiant lorsqu'elle n'est pas également mouillée.

119. **Pressage.** — La mise en briques du mélange préparé comme nous venons de l'indiquer s'opère avec des presses automatiques.

Il est important de disposer d'un appareil robuste et puissant, car l'on donnera une pression variant suivant les usines entre 150 et 400 tonnes. En moyenne on travaille avec 250 tonnes. Une pression puissante est importante car la solidité du produit augmente avec l'intensité de la pression en même temps que le poids spécifique s'accroît. Il est utile de tenir compte de ce dernier facteur dans la fabrication, car s'il est bon d'avoir des briques résistantes, il est intéressant de ne pas faire de briques trop lourdes. Celles-ci se trouveraient, au point de vue du transport, dans une situation défavorable vis-à-vis des briques en terre cuite qui sont plus légères.

La pressée s'effectue dans des moules qui doivent être très résistants tant à l'effort qu'à l'usure. Les moules s'usent d'autant plus rapidement que la pâte contient plus de sable, c'est donc dans le procédé d'extinction à la vapeur où l'on n'emploie que des masses peu riches en chaux que l'on constatera la plus grande usure.

Les presses agissent soit dans une direction verticale, soit dans une direction horizontale.

La presse à genouillères appartient au premier type. Une roue dentée donne, par le moyen d'un excentrique, un mouvement de va et vient à une tige. Son ascension verticale amène au moyen d'un petit levier coudé le déplacement d'une tige horizontale agissant sur la genouillère. Quand elle est sollicitée de droite à gauche, cette tige amène la genouillère à tendre à se redresser et, par suite, à exercer sa pression ; cette pression est d'autant plus forte que la genouillère s'approche plus de son redressement.

Cette presse est construite avec un plateau tournant à quatre moules. Le moulage et le démoulage s'opèrent en même temps et aux extrémités d'un même diamètre ; pendant cette opération, la table reste immobile, maintenue par des cales automatiques.

Le démoulage est réglé par un mécanisme analogue à celui qui produit le pressage, mais plus rustique.

Le chargement de cette presse se fait à la pelle.

Avec 3 à 4 chevaux on presse 900 briques à l'heure.

Ce genre d'appareil se prête également à la production de carreaux et même de tuiles. Le pressage des carreaux ne présente pas de difficultés spéciales par lui-même, mais celui des tuiles est plus délicat parce qu'il faut donner une pression égale, ce qui est difficile, vu la forme de la tuile. On peut également presser des briques creuses. Il suffit pour cela d'un piston de forme spéciale.

Certains modèles puissants, construits sur le même principe et alimentés automatiquement, fournissent dix à vingt milles briques normales par jour.

MM. Brück et Kretschel, constructeurs à Osnabrück,

ont établi un modèle de presse comprimant la brique sur le côté latéral. Ce processus offre parmi ses avantages celui de donner des briques plus égales comme épaisseur. On n'a donc pas à redouter de joints irréguliers avec ce système.

Le moulage se fait par pression de deux tampons. La pression est supportée par l'arbre de la manivelle et par

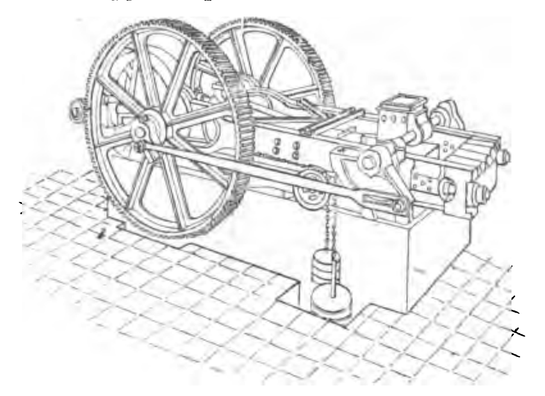


Fig. 50

deux glissières en acier, sans que le corps de la presse, qui est en fonte, soit mis à l'épreuve. Les ruptures de pièces s'il s'en produisait seraient faciles à réparer et peu coûteuses. On n'a pas à redouter de casse de coussinets ou de parties du châssis.

Ce modèle de presse, que nous représentons, fournit par heure 100 briques avec une pression de 300 kilogrammes par centimètre carré, en consommant 2 à 3 chevaux.

Un autre modèle, dû aux mêmes constructeurs, opère un peu différemment. L'énergie arrive du volant qui la

communique par l'arbre de transmission aux deux roues dentées que l'on voit sur la figure. Celles-ci la communiquent à un arbre agissant sur le levier qui commande le piston de la presse. Après chaque pressée la table tourne de 45°, car elle renferme 8 moules. Une pièce métallique circulaire offrant une montée continue depuis la position de pressée soulève progressivement le fond des moules de manière à chasser la brique de son alvéole. L'alimenta-

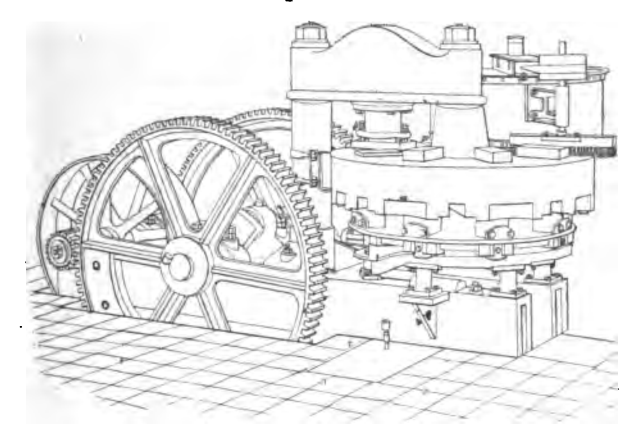


Fig. 51

tion est automatique. Ce modèle consomme 6 chevaux et fournit 1 200 briques à l'heure en donnant une pressée de 80000 kilogrammes.

Dans un modèle plus récent les constructeurs ont doublé le nombre des moules et réalisé une production de 2 000 briques à l'heure en pressant deux briques simultanément.

On emploie aussi pour le moulage des briques silico-calcaires des machines dans lesquelles la pression est

donnée par des cames. Le moulage et le démoulage s'opèrent à la même place sans plateau tournant. Ces machines, à la solidité près, sont analogues à celles que nous avons décrites à propos des briques en pâte sèche. En Amérique on a disposé de telles machines pour mouler en même temps 2, 4 ou 6 briques. Ce dernier type exige une construction extrêmement solide.

120. — La presse hydraulique peut être employée également dans la fabrication des briques silico-calcaires. Son fonctionnement général ne diffère pas de celui des presses hydrauliques employées pour le pressage des briques. Le démoulage et le remplissage s'effectuent au moyen d'une pièce unique animée d'un mouvement de va-et-vient et comprenant une cavité, suivie d'une pièce pleine. En passant sous une trémie la cavité se remplit, puis la pièce pleine succède à la cavité et ferme la trémie. La pâte arrive alors au-dessus du moule dans lequel elle se vide, puis la cavité continuant sa route vient pousser la brique moulée et la chasse du moule.

121. — La presse à choc de Dorsten décrite précédemment convient également au façonnage des briques silico-calcaires. Une presse double donne 1 500 briques de format normal avec 2 à 2 chevaux et demi.

122. **Durcissement.** — Ordinairement les briques silico-calcaires subissent un traitement à la vapeur d'eau sous pression. Le durcissement à l'air, qui ne demande qu'une exposition prolongée à l'air, ne donne pas de résultats semblables ; il ne nécessite pas du reste de conduite

bien spéciale, sauf qu'il faut protéger les briques mises à durcir du contact de la pluie.

123. — Il faut faire agir la vapeur sous pression, car les résultats obtenus sans pression ont été peu encourageants et n'ont donné que des produits d'une valeur médiocre. On a pu, à la rigueur, utiliser de la vapeur d'échappement pour aider au durcissement des briques mais, indépendamment de la qualité très moyenne des produits, on est obligé d'attendre jusqu'à 3 et même 5 jours pour épuiser l'action de la vapeur.

Le durcissement s'opère dans de grands cylindres dans lesquels on introduit les wagonnets chargés des briques venant de la presse. Ces cylindres jouent le rôle d'autoclaves et doivent subir une pression de 8 à 10 atmosphères.

On construit ces cylindres avec des diamètres de 1^{m},80 à 2 mètres et des longueurs variant de 10 à 20 mètres. Un cylindre ayant 1^{m},80 de diamètre et 10 mètres de longueur suffit pour 5 000 briques. En augmentant le diamètre jusqu'à 2 mètres et en portant la longueur à 15 mètres on arrivera à emmagasiner 10000 briques dans le cylindre. On a même établi des cylindres pour une contenance de 15 000 briques.

Ces cylindres sont disposés horizontalement et s'ouvrent par la partie antérieure pour laisser passer les rails sur lesquels roulent les wagonnets. C'est par cette partie antérieure qu'entre également la vapeur. La fermeture doit naturellement être étanche. Pour éviter les accidents la chaudière de durcissement est munie de robinets de purge et d'un manomètre ainsi que d'une soupape de sûreté.

La figure ci-contre représente le schéma d'une usine avec une presse Dorsten, une chaudière à vapeur et deux chaudières de durcissement.

Pour obtenir le durcissement convenable on compte en moyenne 10 heures à 7 atmosphères. En augmentant la pression la durée du séjour dans le cylindre à vapeur

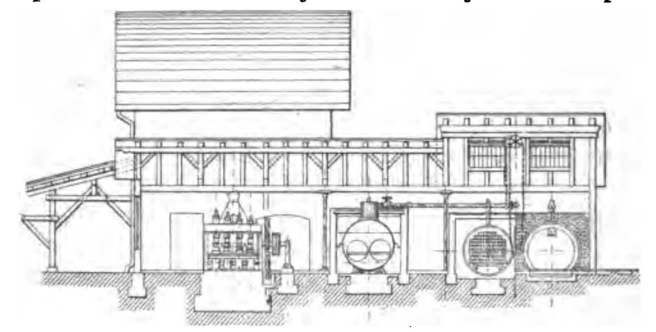


Fig. 52

décroît assez rapidement. A 8 atmosphères il suffit de 8 heures de séjour dans la vapeur et à 10 atmosphères de 6 heures.

En laissant les produits subir plus longtemps l'action de la vapeur on ne gagne que fort peu de solidité. Mais si, après le traitement à la vapeur, on plonge les briques dans l'eau de manière à bien les imbiber d'eau, et les soumet à un nouveau traitement à la vapeur on trouve que la résistance s'est accrue de 20 $^0/_0$ environ.

Pour remplir un cylindre aussi considérable de vapeur sous pression, il est indispensable de pouvoir fournir une assez grande quantité de vapeur. Il faut donc disposer d'une chaudière suffisante. On recommande de donner la préférence aux chaudières à grande capacité d'eau. Les

chaudières tubulaires ne répondent pas à cette exigence, ce sont les chaudières type Cornwall auxquelles il faut recourir.

La brique sortant de la chaudière de durcissement est maintenant prête à l'expédition et à l'emploi.

124. **Théorie du durcissement des briques silico-calcaires.** — Quel est le phénomène qui se passe, au point de vue chimique, quand on met en présence de la chaux vive, de l'eau et du sable. Y a-t-il simplement hydratation de la chaux et collage, au moyen de l'hydrate de chaux, des grains de sable.

D'après M. Rudolph Seldis[1] la pression et la température provoquent dans le sable le passage à l'état colloïdal de la silice soluble. Cette silice soluble s'hydrate et agit sur la chaux pour donner de l'hydrosilicate $CaH^2SiO^4 + 2H^2O$. La quantité de ce produit formée dépend de la proportion de silice soluble donnée par le sable et l'expérience a montré que les meilleures pierres silico-calcaires étaient celles dans lesquelles les quantités de chaux et de silice soluble étaient en rapports moléculaires. Ceci permet de se rendre compte pourquoi l'on ne peut avec du sable siliceux pur et de la chaux obtenir de bonnes briques. Les meilleurs sables seraient, d'après l'auteur, les sables feldspathiques qui contiendraient 5 à 7 % de silice soluble.

Cette théorie a été vivement combattue par M. Glasenapp[2]. Le sable quartzeux pur peut très bien, contrairement aux affirmations précédentes, convenir à la fabrication de pierres silico-calcaires. En opérant avec des sables débarrassés de toute silice soluble par ébullition avec de

[1] Seldis, 1.
[2] Glasenapp, 1.

la soude étendue on obtient très bien des pierres silico-calcaires. Ces expériences montrent que la présence de silice soluble dans un sable et sa teneur n'ont pas d'importance. Du reste, dans les sables servant aux expériences, la quantité de silice soluble était des plus faibles, 0,1 à 0,2 au plus. M. Glasenapp a contesté de plus l'emploi des sables feldspathiques.

Les pierres silico-calcaires ne sont pas formées comme voudrait le faire croire la théorie de M. Seldis de grains de silice inattaquée entourés d'hydrosilicate de chaux. D'après sa manière de voir, comme toute la masse ne réagit pas on aurait donc des grains de sable cimentés par un mélange d'hydrosilicate et de carbonate de chaux.

En vérité, chaque grain de sable quartzeux est attaqué dans les conditions de température et de pression de la pratique et transformé superficiellement en hydrosilicate de calcium. Il y a une sorte de soudure des grains qui est d'autant plus complète qu'ils sont moins influencés par l'hydrate de calcium se trouvant entre eux. M. Glasenapp a fait remarquer aussi à ce sujet la nécessité et l'utilité de l'addition de sable quartzeux en poudre au mélange de sable et chaux ; on diminue ainsi la quantité d'hydrate de chaux dans la pierre durcie et la quantité d'hydrosilicate augmente.

Quant à ce qui a trait à l'action de l'hydrate de chaux sur la silice soluble, corps qui provoquerait la formation de l'hydrosilicate et dont la quantité réagirait la quantité de chaux à ajouter, le contradicteur fait remarquer que la silice insoluble est attaquée d'autant plus par l'hydrate de chaux et, à quantités égales et durée de réaction identiques, que la pression et la température sont plus élevées

et que la surface de réaction entre le sable et l'hydrate de chaux est plus étendue.

Les expériences de M. Glasenapp permettent bien d'admettre la formation d'un silicate hydraté pendant l'action de la vapeur sur les briques mais ce silicate serait plutôt un silicate basique.

M. Seldis avait également incriminé l'eau dure et déclaré qu'une eau de cet ordre gênait la réaction. Il n'en est rien d'après son contradicteur.

Pendant le durcissement il est indispensable qu'il y ait de l'eau libre dans la masse et les essais de M. Glasenapp montrent que la vapeur ordinaire chauffée à 170-200° n'a pas d'action utile ; elle sèche la masse et fournit des pierres inutilisables. Voici donc comment il faut comprendre la marche du durcissement.

La chaux n'agit sur la silice quartzeuse qu'à l'état de chaux hydratée dissoute et en solution saturée dans les conditions de température et de pression convenables. Une partie de cette chaux dissoute se sépare à la surface des grains de quartz comme hydrosilicate de chaux solide ; la solution devient donc apte à former de nouveau de l'hydrosilicate. Ces deux phénomènes : précipitation et dissolution de la chaux, s'effectuent parallèlement, l'eau ayant pour action d'amener de la chaux sous forme capable de réagir. Quoique cette transformation déjà notable à une atmosphère s'accroisse avec la tension de la vapeur et la température, on doit admettre que la surface des grains quartzeux se recouvrant d'hydrosilicate, la couche de ce dernier corps formé gêne l'action ultérieure, d'autant plus que la couche est plus épaisse, de sorte que tout l'hydrate ne peut se transformer en hydrosilicate.

Rinne a publié d'intéressantes observations sur ces

pierres artificielles. Tout d'abord il a fait ressortir que la pierre de sable et chaux n'est pas comparable à la pierre sableuse naturelle avec faible teneur en chaux comme agglomérant. La pierre artificielle de sable et chaux est plutôt une pierre sableuse cimentée par un hydrosilicate calcaire qu'une pierre de silicate calcaire. Tout l'hydrate de chaux n'a pas été transformé en hydrosilicate, il reste toujours une partie de la chaux hydratée non transformée, qui subit l'action du gaz carbonique de l'air et passe à l'état de carbonate. D'autre part, avec les sables argileux on a toujours un peu d'aluminate de chaux.

Les coupes faites par Rinne laissent voir au microscope les composés suivants : du sable, de l'hydrosilicate de chaux, du carbonate de chaux et de la chaux hydratée. Le liant examiné par transparence en lumière ordinaire apparaît comme une masse en grains fins ou en écailles minces de couleur jaune clair. Avec un grossissement fort et l'emploi de lumière polarisée, Rinne a établi que le liant, composé de ces innombrables petits grains ou écailles fines, semble faiblement biréfringent ou par places isotrope, avec l'acide chlorhydrique on peut reconnaître la présence de calcaire. L'étude de ces pierres a montré la présence de pores d'où l'on a déduit les qualités de ces pierres vis-à-vis de la traction, de la gelée, des intempéries, du passage de l'air et de la conductibilité pour la chaleur.

Dans les pierres terminées la plus grande partie de la chaux est à l'état d'hydrosilicate, une plus faible portion, dans le noyau probablement, reste à l'état d'hydrate, tandis qu'une troisième portion, au voisinage de la surface, est formée de carbonate. Avec le temps, par suite de la porosité, l'action de l'acide carbonique se poursuit, il at-

taque la chaux hydratée libre et finit par agir sur l'hydrosilicate qu'il détruit. Dans les pierres de sable et chaux, à mesure qu'elles vieillissent, on doit donc trouver une couche externe presque uniquement formée de carbonate de chaux. Cette action de l'acide carbonique est connue depuis longtemps, du reste. Dans les mortiers on constate des phénomènes analogues, les vieux mortiers restent frais dans le milieu au bout de plusieurs siècles.

125. **Durcissement à l'aide de l'acide carbonique.** — L'on a déjà préconisé de nombreux procédés pour durcir à l'aide de l'acide carbonique ou de gaz renfermant du gaz carbonique les pierres artificielles renfermant de la chaux hydratée.

Pour accélérer la carbonatation les inventeurs n'ont pas été embarrassés comme le prouvent les brevets pris à ce sujet. Hauenschildt de Berlin (83321) ajoute à la masse du carbonate d'ammoniaque qui devra fournir l'acide carbonique devant activer la carbonatation. Hörisch de Berlin (121325) a recours à l'acide carbonique ou à des mélanges gazeux en renfermant. Michaelis lui-même a pris un brevet (126652); il a recours aussi à l'introduction de carbonate d'ammoniaque. L'emploi de l'acide carbonique a fait l'objet des brevets de C. Mèy (51692), de Th. Thom. Wood et A. Oakes, de Londres. Meurer et Bormann-Zix (128477) (122023) ont fait des recherches dans un autre ordre d'idées. Ils revêtent les briques d'une couche de fluorure de calcium et silice gélatineuse en faisant agir superficiellement l'acide fluorhydrique.

On a proposé de faire agir depuis les gaz des fours à chaux sur la pierre moulée.

L'expérience a montré que les briques ainsi obtenues

manquent de solidité ; elles sont molles et de qualité tout à fait inférieure. Ceci est attribué à la marche inégale de la carbonatation due à la température variable et à la nature changeante des gaz apportant l'acide carbonique.

Au lieu de faire arriver les gaz chauds certains inventeurs ont pensé à traiter les briques à froid par le gaz carbonique sous pression, de manière à faire agir le gaz dans toute la masse. Le traitement sous pression exige des récipients solides, de plus il ne peut s'appliquer qu'à des agglomérés séchés. Il faut aussi que le gaz agissant renferme un assez fort pourcentage de gaz carbonique.

MM. Schwanenberg et A. Rinne[1] ont proposé de faire agir alternativement sur les briques le gaz carbonique ou les gaz renfermant de l'acide carbonique et d'évaporer par chauffage la vapeur d'eau ainsi produite ou l'eau de réaction qui a pris naissance.

Le présent procédé offre l'avantage de pouvoir mieux se régler en ce sens que l'on obtient pour les agglomérés le faible degré d'humidité nécessaire à l'action efficace de l'acide carbonique. On réalise donc ainsi ce que l'on cherchait depuis longtemps, mais auquel on n'avait pu arriver jusqu'à présent, d'expulser d'une manière plus simple, plus sûre et plus rapide que dans les procédés connus, l'eau de réaction naissante qui obstrue les pores et qui nuit ainsi à l'action de l'acide carbonique.

Le chauffage peut s'effectuer par chaleur rayonnante avec évacuation des vapeurs naissantes par aspiration ou entraînement par un gaz inerte ; on peut aussi faire passer de l'air chaud.

Les auteurs du procédé attribuent au passage de gaz

[1] SCHWARZENBERG ET RINNE, 1.

trop chauds la mollesse de certains produits carbonatés. Les inconvénients objectés au durcissement à l'aide du gaz carbonique disparaissent quand on fait agir le gaz carbonique entre 35° et 40°. Il agit alors en même temps comme agent desséchant.

Sans employer la pression et un gaz à haut pourcentage on arrive à effectuer une transformation intégrale de la chaux en carbonate.

La température à laquelle devra agir le gaz variera avec la nature de l'aggloméré, c'est-à-dire sa porosité et sa teneur en chaux hydratée, ainsi que le degré de pureté du gaz carbonique. Pour des agglomérés riches en chaux hydratée et compacts il faut du gaz carbonique pur, mais pour des produits moins calcaires et poreux on peut se contenter de gaz pauvres en acide carbonique.

Un point essentiel est que les gaz soient suffisamment hygroscopiques et pas trop chauds.

Les essais ont prouvé de plus qu'au-dessus de 110° l'acide carbonique n'exerce qu'une action incomplète, la chaux hydratée ne séchant que partiellement et résistant dans cet état à l'action de l'acide carbonique.

127. — Nous terminons cette étude en décrivant deux installations types travaillant l'une avec de la chaux vive, l'autre avec de la chaux éteinte.

A. — Nous supposons que nous sommes au voisinage du sable et que la chaux nous arrive par chemin de fer. Le sable chargé sur des chariots à bascule est amené aux tamis. Le tamisage est nécessaire car le sable renferme de gros grains ; des tamis le sable, séparé des cailloux, est conduit dans un séchoir Möller et Pfeiffer. L'installation de ce séchoir est nécessaire, car nous avons à compter avec

la température et les intempéries. Ce séchoir amène notre sable presque à siccité complète, de sorte que nous sommes en état de n'ajouter que la quantité d'eau rigoureusement nécessaire. Du tambour sécheur le sable est amené par une vis jusqu'à une balance double de Reuter et Reisert qui, automatiquement, pèse et fait tomber la quantité déterminée de sable sec.

La chaux arrive par wagons. Nous la supposerons très difficile à éteindre. Elle passe d'abord dans un broyeur, puis dans un moulin à billes qui la donne sous forme de gros sable. Une vis l'emmène et la distribue dans deux tambours de Forstreuter pour l'extinction où elle est transformée en hydrate, les deux appareils fonctionnant alternativement. L'hydrate terminé tombe dans une autre vis transporteuse qui l'amène à une balance comme la précédente. Ici a lieu en même temps la pesée du sable et de la chaux.

Jusqu'à la pesée sable et chaux vont isolément. Ensuite l'appareil les vide ensemble et en même temps dans un récipient d'où ils vont dans une vis mélangeuse, puis dans un mélangeur différentiel où tous deux sont mêlés avec la quantité d'eau nécessaire. Ce mélangeage et le malaxage s'opèrent sous des meules. Enfin le mortier fini va rejoindre les deux presses au moyen d'une vis transporteuse.

Ensuite les briques finies séjournent 12 heures dans la chaudière de durcissement, suivant les données de Michaelis, dans la vapeur à 8 atmosphères. On les tire ensuite.

B. — Dans cet exemple on travaille avec de la chaux vive d'après le procédé de Schwarz.

Le sable est séché comme précédemment dans un séchoir à vapeur. La chaux vive passe d'abord dans un con-

casseur, puis dans un moulin à billes. La poudre de chaux est alors envoyée au mélangeage avec la quantité de sable voulue. On ajoute l'eau en quantité nécessaire et l'on malaxe et mélange. La masse est alors envoyée aux presses. Une fois façonnées les briques subissent le durcissement à 8 atmosphères d'après Michaelis.

En comptant l'installation totale comme il suit :

Terrain.	30000 marks
Bâtiment	55000 »
Machines	183000 »
Capital d'exploitation . .	50000 »
	318000 = 397500 francs

L'usine doit produire, avec 10 heures de travail, 15 millions de briques avec un prix de revient d'environ 15 francs, 30 par mille.

D'après les notes de l'auteur déjà cité (Stoch) sur la production des briques le prix de revient de 1 000 briques peut s'évaluer.

2 $^1/_2$ mètres de sable à 30 pf.	0,75 marks
200 kilogrammes de chaux à 120 pf. le quintal	2,40 »
150 kilogrammes de charbon à 50 pf. le quintal.	2,25 »
Journée d'ouvrier	2,00 »
Réparations	1,60 »
	10,00 marks
Amortissement	2,09 »
Frais de manœuvre	1,50 »
	13,50 marks

Ces chiffres sont obtenus en calculant une production de 6 millions, ils diffèrent un peu de ceux donnés pour la

fabrique citée plus haut (13,60 marks = 16,86 francs). La cause en est à la diversité des circonstances et des régions.

D'après M. Stoffler le prix de revient serait pour 1 000 briques :

Sable : $2^{mc},5$ à 1 franc	2,50
Chaux : 200 kilogrammes	4,00
Charbon : 150 kilogrammes	4,50
Eau : 1 200 litres	0,50
Réparations et entretiens	1,50
Graissage	0,50
Mécanicien et ouvriers	1,20
Manœuvres	3,00
Administration	2,00
Amortissement	2,00
	21,50

Ce prix est plus élevé que le précédent que nous avons emprunté à l'étude de M. Stoch. Le prix de ces briques a fait l'objet de discussions nombreuses, mais les renseignements récemment fournis permettent de croire ce dernier prix peu élevé, en Allemagne, du moins.

Il nous reste encore à faire quelques remarques sur les propriétés des pierres de sable et chaux.

Leur résistance au feu est bonne, elle est comprise entre celles des pierres à bâtir et des klinkers. Il en est de même pour leur solidité, pour les pierres faites à haute pression. Leur résistance est digne d'attention, elle atteint 250 kilogrammes par centimètre carré.

Pour les pierres provenant de la fabrication à basse pression les chiffres sont moins élevés. L'essai de ces pierres a donné des résultats oscillant entre 73 et 127 kilogrammes.

Le Verein des fabricants de pierres de sable et chaux indique une solidité minima de 140 kilogrammes par centimètre carré. La solidité n'est ébranlée ni par le feu, ni par le froid. Des pierres ayant servi aux essais ont donné, d'après la Versuchsanstalt de Charlottenbourg, environ 183 kilogrammes et des pierres, soumises 25 fois à un refroidissement de 12°, 219 kilogrammes.

Leur pénétrabilité dépend de leur texture; elle est très variable d'après Rinne. L'absorption de l'eau est liée à la préparation de la pâte ; elle va de 6,5 % à 15 1/2 %. Ces nombres ont été déterminés naturellement sur des pierres séchées, car naturellement ces pierres contiennent de 3 à 7 % d'humidité.

Ces pierres présentent une difficulté pour leur envoi, elles s'abiment aux angles et aux coins plus facilement que les briques ordinaires, aussi doit-on soigner leur empaquetage.

128. — L'industrie des produits silico-calcaires est toute nouvelle et pourtant elle a pris dans certaines régions un essor considérable. Comme elle est encore peu connue, nous donnerons quelques détails sur l'étendue qu'elle a pris dans ces dernières années.

L'Allemagne, comme on a pu le voir dans la première partie de cette étude, a apporté une large contribution à l'établissement de cette industrie. La création de cette industrie présentait du reste pour elle un intérêt tout spécial et le nombre considérable de fabriques de briques silico-calcaires établies outre-Rhin prouve le besoin du pays. peu riche en pierre à bâtir, de se procurer des matériaux de construction artificiels peu coûteux. Les efforts continus des fabricants ont seuls permis de mettre au point

cette industrie, car ses débuts, comme nous l'avons vu, n'ont pas été exempts de difficultés.

En 1906, lors de la réunion annuelle du *Verein der Kalksandsteinfabriken*, M. Krieger, de Berlin, a présenté un intéressant rapport intitulé : « Avec quels profits peuvent travailler les fabriques de briques silico-calcaires ? » Comme ce rapport est précieux au point de vue des renseignements sur la situation de cette fabrication en Allemagne, nous lui ferons de nombreux emprunts.

Il y avait, en 1906, dans l'empire allemand, 10 936 briqueteries contre 209 fabriques de briques silico-calcaires ; 80 de ces dernières seraient la propriété de sociétés à capital limité. L'industrie des briques silico-calcaires serait alors représentée par un capital 25 à 30 millions de francs.

Voici comment ces usines sont réparties :

Brandebourg . . .	45	Oldenbourg . . .	5
Saxe	20	Mecklembourg . .	15
Hanovre	17	Anhalt	3
Prusse orientale . .	12	Hambourg. . . .	3
Prusse occidentale .	12	Wurtemberg . . .	3
Poméranie. . . .	12	Lubeck.	2
Schleswig-Holstein .	12	Bavière.	1
Posen	11	Brême	1
Prusse rhénane . .	10	Waldeck	1
Silésie	1	Saxe-Meiningen . .	1
Westphalie. . . .	8	Alsace-Lorraine . .	1
Hesse-Nassau . . .	1	Saxe (royaume) . .	1

De ces fabriques une produit 10 millions, une autre 8 millions et un troisième 4 millions de briques. Huit autres fabriques viennent ensuite avec une importance encore notable comme fabrication, soit 3 millions. Quatorze usines font de 2 à 2,5 millions et dix-sept de 1,5 à 1 million. Ces nombres ne concernent que quarante-deux

fabriques, mais ces données se rapportent à des fabriques sur lesquelles on a des documents précis.

Les prix de vente à l'usine varient de 18 à 22 francs au minimum pour onze de ces fabriques ; six autres atteignent le prix de 28 à 32 francs.

La *Tonindustrie Zeitung* (1906, n° 25 et 26) a publié une série d'articles fort intéressants concernant les fabriques situées hors de l'Allemagne, nous lui empruntons les renseignements qui suivent.

La première place en Europe revient à la Hollande qui possède 17 usines s'occupant de cette fabrication. Actuellement la production annuelle dépasse 100 millions de briques. Quatre de ces usines produisent plus de 10 millions de briques par an.

Cette industrie est assez prospère en Hollande. On manque de briques en ce pays, et tous les ans il y entre des millions de briques belges sans payer de droit. Il y a donc là un débouché tout trouvé pour les briques silico-calcaires.

En Belgique, on compte seulement deux fabriques de briques silico-calcaires installées à Bruxelles.

Il n'y avait encore en France en 1906 que six fabriques, mais l'intérêt qui se porte sur ce genre de produits allant en croissant il n'y a pas à douter que dans un avenir qui n'est pas très éloigné, on aura à compter avec une plus grande extension.

L'Espagne et le Portugal possèdent chacun deux usines qui opèrent en suivant la méthode à chaud. Les fabriques portugaises, installées à Lisbonne et Oporto, sont conçues pour une production de 20 à 25 0000 briques par journée de 10 heures. Ces deux usines ont été construites par un ingénieur de Zurich, M. Stoffel. Les deux fabriques espa-

gnoles ont été construites l'une par une société allemande, l'autre par une société bâloise. Cette dernière est à même de fournir 25 000 briques journellement.

Les trois fabriques de briques silico-calcaires installées en Italie se trouvent dans le Nord de la péninsule. A Milan, on travaille d'après les procédés de l'*Arenolith Company*. La seconde usine est à Padoue et la troisième à Turin. Cette dernière est combinée pour une production journalière de 40 000 briques. Le procédé qu'elle suit est le même que celui des fabriques espagnoles (préparation à chaud).

Il n'y a présentement qu'une fabrique en suisse, à Zurich, qui durcisse ses briques par l'action de la vapeur. Par contre, de nombreuses petites entreprises fabriquent des briques silico-calcaires durcies à l'air.

L'Autriche-Hongrie compte quatre fabriques : dans le Tyrol à Soll, près de Vienne à Matzen, à Budapest et en Bohême à Lissa.

Dans le cours de 1905, une fabrique s'est installée en Roumanie, à Bucarest, pour produire 6 millions de briques par an.

En ce qui concerne la Russie, seule la fabrique de Libau est en bonne exploitation. Deux autres fabriques à Kiew et une troisième à Cracovie n'ont pas tenu les espérances auxquelles donnait lieu leur installation. Peu de temps après leur inauguration le travail fut suspendu, mais ceci ne doit être accueilli pourtant qu'avec réserve.

En Suède, on comptait, dès le début, cinq établissements occupés par la fabrication des briques silico-calcaires ; leur fabrication annuelle atteint 135 millions. En plus, à Jonköping s'est installée une petite exploitation

et, plus tard, deux autres fabriques ont été fondées à Stockholm et à Eskiltuna.

Des sept fabriques que compte le Danemark, cinq étaient en 1906 seulement en construction : une à Copenhague, une à Brorup et trois dans l'île de Seeland.

La Grande-Bretagne a cinq usines en activité. La fabrique de briques silico-calcaires de MM. Jesse, Clarke et Son se trouve au sud de Londres, aux environs de Beddington. La chaux cuite est broyée et éteinte en présence de sable.

On passe le tout sous des meules, puis ensuite on procède au pressage qui s'effectue à l'aide d'une presse à table tournante. Ces briques possèdent une résistance moyenne de 182 kg. 5 par centimètre carré. Une autre fabrique est située à Hightown, près de Liverpool; elle est la propriété de l'*Hydraulic Bricksand Stone Company*, L'extinction de la chaux y est effectuée d'une manière un peu spéciale. On se sert pour cette opération d'un certain nombre de caisses qui circulent sur un chemin sans fin. La chaux mêlée d'eau s'éteint dans ces caisses et se réduit en poudre. Elle arrive enfin à un tamis, puis gagne un élévateur qui l'enlève pour la verser dans un silo. C'est là que se fait l'introduction du sable. Le mélange gagne un mélangeur à chaud, composé d'une auge, entourée d'un manteau dans lequel circule de la vapeur d'eau et au milieu de laquelle se meuvent deux vis avec des vitesses différentes. La matière subit encore un écrasage avant de passer sous la presse. Les *Silicated Brick* et *Stone Works* possèdent une usine à Lower-Harbour, près de Perth, Ecosse.

Ces trois usines peuvent fournir trois millions de briques. Deux autres fabriques ont été installées près de

Londres, à Brandon-Park et à Wandsworth, sur la Tamise.

La brique silico-calcaire ne s'est répandue en France que d'une manière très modérée. On ne pouvait compter que 15 usines en 1906 fournissant annuellement un total de 80 à 90 millions de briques. Ces entreprises n'ont pas toutes été montées avec le soin désirable, aussi la moitié seule d'entre elles est-elle capable de produire des briques bonnes à l'emploi.

Les premiers essais de fabrication de briques silico-calcaires furent tentés en 1897 par la Société française du grès hydraulique de Berck-sur-mer. Les débuts furent pénibles mais après avoir perfectionné le procédé d'extinction de la chaux et s'être muni de presses convenables on put enfin arriver à une fabrication satisfaisante.

Parmi les usines qui marchent le mieux, citons l'usine de Rosendaël, près Dunkerque, la fabrique du Havre et celle de Choisy-le-Roi.

L'Afrique avait donné de grandes espérances une fois la guerre sud-africaine terminée. On comptait sur la reconstruction des habitations. Le manque de matériaux de construction permet d'espérer que l'on pensera à mettre en valeur les sables de la région mais on en est resté à l'installation de deux fabriques, l'une à Prétoria et l'autre à Durban. Rien d'autre n'est à signaler pour le moment dans les autres parties de l'Afrique.

Les Etats-Unis d'Amérique ont pris une place considérable parmi les Etats qui s'occupent de la fabrication de briques silico-calcaires. Ils viennent immédiatement après l'Allemagne. Le nombre des fabriques en exploitation ou en construction en 1905 s'élevait à 180, produisant par jour de un et demi à deux millions de briques. Le déve-

loppement rapide donné à cette industrie a été facilité par l'esprit d'entreprise qui caractérise les Américains et aussi par l'intérêt que lui a porté la presse s'occupant spécialement de ce genre de questions. Cette dernière n'a laissé échapper aucune occasion de faire connaître les nouvelles installations, aussi peut-on compter sur une évolution grandissante de ce genre d'industrie aux Etats-Unis. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les circonstances sont tout autres en ce pays qu'en Europe.

Dans l'Amérique du Sud, on ne trouve pas le même développement. Il y a bien à Rio-de-Janeiro une fabrique de briques silico-calcaires, mais jusqu'ici des documents précis sur son activité nous ont fait défaut complètement. Tout récemment, au Chili, dans le cours de l'année dernière, avec l'aide de capitaux allemands, on a créé des fabriques à Valparaiso, Santiago, Concepcion, pouvant fournir une production journalière de 20 000 briques. Les installations ont été faites par des maisons allemandes.

L'Océanie jusqu'ici n'est pas représenté ; il n'y a pas encore d'entreprises en Australie.

L'Asie ne possède que deux fabriques. L'une est en Chine à Huan-Tsun, du moins l'installation a été projetée, mais nous ignorons si elle a été menée à bonne fin. La seconde fabrique était en exploitation en juillet 1905 ; elle se trouve dans l'île de Ceylan, à Colombo, ville de plus de 50 000 habitants, dont 2 000 Européens. Elle appartient à une société anglaise, l'*Hydraulic Brick and Tile C°*. On y emploie du sable de rivière que l'on transporte à dos et de la chaux provenant de la calcination de coraux. On le mêle avec une partie du sable nécessaire à la fabrication et la masse est amenée dans un silo. Après pas-

sage au silo, elle est additionnée du reste du sable, malaxée et passée à la presse. On travaille suivant les mesures anglaises, soit 229 × 109 × 65 millimètres. Une fois moulées, les briques sont placées sur des wagons qui les conduisent dans la chaudière où s'effectue le durcissement.

L'usine peut produire annuellement de 3 à 4 millions de briques.

129. — La fabrication des briques de sable et chaux a donné lieu à la prise de brevets d'un autre ordre que nous ne passerons pas sous silence, ils ont trait à la coloration de la masse. Schulthers, de Zurich, a pris trois brevets, 113818, 133618, 135104 dans ce sens. Il faut remarquer à ce sujet que les colorants introduits ne doivent pas renfermer d'acide sulfurique dont la présence amène la production de gypse, ce qui cause des perturbations chimiques dangereuses pour la pierre.

Pour colorer ce genre de briques on peut colorer la masse, c'est-à-dire malaxer le sable et la chaux avec le colorant ou bien appliquer simplement la couleur sur une des faces. Un autre procédé consiste à immerger les briques durcies dans un bain de couleur.

Quand on teint la masse avant le passage à vapeur on peut entraver le durcissement, cela dépend de la nature du colorant. Il faut que ce dernier ne puisse pas apporter d'action perturbatrice.

130. — Les briques silico-calcaires peuvent se rencontrer avec quelques variantes de composition. Ainsi on appelle amiantine ou amiantolithe une pierre artificielle si-

lico-calcaire renfermant en plus de la silice et de la chaux un corps inerte qui lui donne de la compacité.

131. **Agglomérés calcaires de débris de pierres naturelles.** — M. T. M. Thorn s'est occupé de l'utilisation des débris de pierres calcaires compactes que l'on trouve en Angleterre pour reconstituer des pierres artificielles ne se distinguant pas des produits naturels.

Ses efforts ont porté surtout sur les débris de calcaire oolithique fréquent en Angleterre.

Les déchets sont broyés jusqu'à présenter le degré de finesse des grains d'oolithe naturel, puis la poudre est additionnée de chaux, environ un septième. On mélange dans un tambour rotatif et procède ensuite à l'extinction. Le mélange est ensuite comprimé dans des moules sous une pression de 40 à 80 kilogrammes par centimètre carré.

Ce procédé de reconstitution s'applique également aux débris de pierres dolomitiques ou magnésiennes employés dans la construction.

On peut également obtenir des pierres colorées en ajoutant un colorant à la masse.

II. AGGLOMÉRÉS DE CENDRES ET SCORIES

132. — Les cendres sont abondantes dans le voisinage des fabriques et des grandes villes. On y brûle du charbon de terre dont les cendres constituent un résidu encombrant sans valeur.

Pour employer ces cendres dans la fabrication d'agglomérés calcaires il faut d'abord les débarrasser de matières

gênantes qui les souillent, telles que : fragments de combustibles non brûlés, débris minéraux rocheux ou autres, qui peuvent avoir subi une fusion ou une agglutination lorsqu'ils étaient à l'état pâteux. On peut rencontrer aussi dans les cendres des sels solubles.

Les cendres de charbon de terre brûlé sur une grille sont ordinairement presque exemptes de débris de combustibles non brûlés ; elles ne renferment pas non plus beaucoup de débris rocheux, aussi leur purification est-elle relativement aisée.

Le premier travail préparatoire à leur faire subir est le tamisage. On enlève ainsi tous les morceaux ayant de trop grosses dimensions. On ne prend que les fragments de la grosseur d'un pois et au-dessous. Cette poudre grossière qui a traversé le tamis est alors soumise à un deuxième tamisage pour la débarrasser des poussières par trop fines.

Les fragments trop gros, les impuretés sont broyées et amenées à la grosseur d'un pois. On les tamise ensuite et les mélange aux cendres ayant déjà la grosseur requise.

Les cendres tamisées sont alors lavées. On procède à ce lavage soit par décantation en délayant la cendre dans l'eau, laissant déposer et vidant l'eau surnageante, soit en faisant des tas que l'on arrose avec un jet d'eau. On sèche ensuite les cendres lavées.

Pour agglomérer les cendres on se sert de chaux grasse autant que possible. Comme composition moyenne du mélange on prend :

Chaux	1 partie
Cendres	3 à 4 parties

La chaux est incorporée aux cendres non à l'état de chaux vive, mais éteinte sous forme de lait de chaux épais. Il est important de ne pas employer un excès d'eau. Avec une quantité de liquide insuffisante la masse ne se laisserait travailler que difficilement.

Le mélange se fait dans un appareil mélangeur. Nous avons déjà décrit des instruments de cette sorte, aussi ne reviendrons-nous pas sur ce point. Le travail dans le mélangeur développe la plasticité de la pâte et l'on arrive au bout de quelque temps à une masse façonnable, ayant une plasticité analogue à celle de l'argile.

La quantité d'eau que l'on a incorporée doit être déterminée avec soin, car les pierres sècheront d'autant plus vite et seront d'autant plus denses qu'elles contiendront moins d'eau. Il y a donc intérêt, indépendamment de la question de plasticité, à se servir de pâte possédant juste la quantité de liquide indispensable, tout excès d'eau ne pouvant que retarder la fabrication.

133. — Après un bon mélangeage et un malaxage, si cela est nécessaire, la masse est prête pour le façonnage. On peut opérer soit à la main, soit avec une machine à briques à filières ou même avec une presse pouvant exercer un effort assez puissant. On effectue la pressée dans ce cas dans des moules de fer garnis de sable fin. Les moules garnis de composition passent sous un cylindre lourd. On fait deux pressées avec ce dispositif et sépare en même temps les bavures qui sortent du moule.

En frappant sur la forme on démoule la brique en ayant soin de la recevoir sur une surface sablée. On l'abandonne alors à la dessiccation. Ce séchage doit s'effectuer dans un local disposé *ad hoc*. Une fois que la dessi-

cation s'est effectuée, les pierres n'ont encore qu'une solidité relativement faible, mais leur dureté augmente avec la durée de l'exposition à l'air. En même temps que l'hydratation devient plus complète, la chaux absorbe du gaz carbonique et la formation de carbonate contribue à relier plus intimement les particules l'une à l'autre.

Pour accélérer le durcissement de ces briques on dispose les briques dans une chambre possédant une entrée d'air et une sortie à la partie supérieure, en ayant soin de laisser un peu d'espace entre les briques, de manière à faciliter le mouvement de l'air entre elles. On emploie une source de chaleur auxiliaire telle que des corbeilles à coke. La dessiccation, et, par suite, le durcissement sont notablement accélérés. Cette introduction de foyers à coke n'agit pas uniquement par la chaleur que la combustion du coke vient apporter. La combustion fournit de l'acide carbonique qui est absorbé par la chaux.

En combinant la dessiccation et l'action ménagée du gaz carbonique on arrive à obtenir des briques aussi dures que celles qui ont séjourné plusieurs mois à l'air. Ces briques ont une grande résistance vis-à-vis des agents atmosphériques.

Ces briques de cendres s'emploient dans la construction des murs avec du mortier comme les briques ordinaires. Il est préférable cependant de se servir de la même composition que celle qui constitue les briques.

Ces briques sont moins denses que les briques cuites, aussi doit-on donner aux murs que l'on construit avec elles un peu plus d'épaisseur qu'à ceux que l'on élève avec des briques d'argile cuite.

Leur porosité ne permet pas de les employer sur des terrains humides. Dans ce cas on ne doit les poser que

sur des fondations de briques ordinaires pour éviter l'ascension de l'humidité par capillarité.

134. — M. Blondel qui a fait une étude spéciale de l'utilisation des scories et des cendres des chaudières à vapeur pour la construction des bâtiments indique de ne pas employer de poudre trop fine dans cette fabrication. L'agglomération peut se faire avec de la chaux grasse, mais aussi avec de la chaux hydraulique ou du ciment.

Le ciment donne une prise rapide et une résistance supérieure suivant le dosage employé, par contre, il élève le prix des matériaux fabriqués.

La chaux hydraulique ne lui a paru pas offrir les avantages que certains inventeurs lui avaient attribués. Il estime qu'on peut la remplacer avantageusement par un mélange de chaux grasse et de ciment, ce qui offre plus de latitude. La chaux grasse bien employée donne satisfaction dans le plus grand nombre de cas sous le rapport de la résistance et du prix moindre.

135. — Voici le mode opératoire recommandé par l'auteur quand on travaille avec de la chaux grasse.

La chaux grasse anhydre est disposée à plat dans un bassin peu profond en épaisseur, ne dépassant pas 0^{m},05 à 0^{m},12. Elle est ensuite recouverte de cendres fines humectées faiblement pendant plusieurs jours de manière à l'hydrater complètement sans la rendre pâteuse.

Pendant le foisonnement de la chaux certaines parties sont mises à nu, on les recouvre aussitôt de cendres pour les préserver du contact de l'air. Quand l'hydratation est complète, la masse est pulvérulente ; elle est bonne pour l'emploi.

On crible pour séparer les parties incuites ou imparfaitement hydratées.

Avec un hectolitre de chaux et un mètre cube de cendres on fait un excellent mortier. Si l'on remplace les cendres par des cendres de paillasse ou de four à étages Michel Perret on portera la chaux à 1 hectolitre et demi et le mélange ainsi formé pourra être utilisé pour des enduits aussi résistants que ceux de chaux hydraulique ou même de ciment. Enfin on pourra substituer aux cendres du mâchefer concassé et obtenir une très bonne composition pour le moulage en blocs.

La confection de ces mortiers se fait en brassant trois fois, par déplacement à la pelle, le mélange de chaux et de scories, et dans tous les cas le mouillage s'opère au moment de l'emploi par parties, de manière à fournir une consistance propre au moulage.

Les moules sont formés de deux bastings reliés par des entretoises de même dimension à tenons saillants aux deux extrémités et au centre. Des rainures pratiquées à l'intérieur permettent de sectionner le cadre avec des planchettes mobiles qu'on y glisse suivant la dimension de la pierre à fabriquer. La rigidité du moule est obtenue avec des chevilles en fer.

On garnit les moules à la pelle, presse au pilon et lisse finalement avec une pelle plate.

Avec la chaux le durcissement demande, dans la belle saison, cinq à six jours, après lesquels on renverse les pierres pour les détacher du sol. Quelques jours après on les met debout et quand elles ont acquis une dureté suffisante, on les empile et on les arrose, si cela est nécessaire, afin d'éviter un séchage trop rapide qui les rendrait moins résistantes.

En opérant avec le ciment il faut employer 100 kilogrammes de ciment au moins par mètre cube de pierres fabriquées. La masse est plus coûteuse mais le durcissement est plus rapide, sans que la résistance soit supérieure à celle obtenue par l'emploi de la chaux.

136. — A l'intérieur du sol, en fondation, les bétons de chaux grasse acquièrent une dureté égale à celle du ciment, mais ils exigent un temps beaucoup plus long de prise.

Au ras du sol l'emploi du ciment s'impose à moins de pouvoir disposer de pierres vieilles d'un an et parfaitement durcies. Pour obtenir de grandes résistances à la compression l'auteur indique 250 kilogrammes de ciment par mètre cube.

La rugosité de ces pierres artificielles, qui donne l'illusion du granit brut, permet d'y appliquer tous les enduits, plâtre, ciment, chaux, sans crainte de les voir se fendiller et se détacher. L'accouplement de ces pierres se fait avec un peu de gros mortier, de manière à laisser les joints creux. Ces joints garnis ensuite de mortier plus fin, lisses et taillés, font disparaître les imperfections du montage et communiquent à l'ensemble un aspect d'uniformité assez satisfaisante.

Pour le dallage on peut également se servir de ce genre de produits. On a un pavage économique en employant ces pierres à l'épaisseur de $0^{m},180$, dont la partie supérieure aura été revêtue d'une chappe de ciment et de gravier fin. Cette chappe une fois bouchardée à la molette et striée au fer donne l'illusion d'un beau dallage.

Si l'on évalue le résidu de la houille à 6 % et la consommation à 43 millions de tonnes on arrive à un nombre considérable de scories, soit 1.800.000 tonnes. Ces scories

se vendent 2 francs la tonne quand on ne paie pas 1 fr. 25 la tonne pour les faire enlever. Les consommateurs de houille pourraient donc trouver, si cette fabrication se généralisait, un profit total de 5.850.000 francs.

III. AGGLOMÉRÉS DE PIERRE PONCE

137. — La pierre ponce est un minéral que l'on rencontre au voisinage des volcans. C'est une obsidienne spongieuse assez répandue et dont la composition chimique correspond sensiblement à :

Silice	55-75
Alcalis et terres alcalines	5-15

La pierre ponce a des propriétés physiques toutes spéciales, sa structure est des plus poreuses et par suite de l'infinité de cellules qu'elle renferme elle peut flotter sur l'eau.

Les Lapilli des volcans renferment de la pierre ponce que des composés ferrugineux teintent en brun ou en vert.

Comme le trass, la pouzzolane, la terre de Santorin, la ponce mélangée à la chaux vive peut former une masse analogue au ciment qui fait prise au bout de quelque temps. Le produit ainsi formé a une certaine résistance à l'eau ; il offre de plus une solidité appréciable. Les pierres artificielles obtenues avec de la pierre ponce ont l'avantage, par suite des propriétés de la pierre ponce, d'offrir une très grande légèreté.

138. — La pierre ponce se rencontre principalement

sous forme de gros blocs, on doit donc tout d'abord la diviser. On la passe d'abord dans un concasseur à mâchoires, comme celui que nous avons décrit déjà, de manière à la réduire en grains ayant depuis la grosseur d'une noix jusqu'à celle d'un œuf de poule. Comme la pierre ponce est très cassante, on a en même temps de la poudre fine et de la poussière que l'on sépare des grains par tamisage.

On se sert dans la fabrication de ces agglomérés des grains compris comme grosseur entre celle d'un pois et celle d'une cerise. Les fragments les plus gros sont rebrisés et les grains trop petits sont réduits en poudre. Cette poudre sert à faire un liant pour former les briques préparées avec la pierre ponce.

Pour faire le mélange de chaux et de ponce, on prend :

Chaux grasse	1 partie
Ponce en poudre	8 à 9 parties

et l'on ajoute à la masse assez d'eau pour que le tout ait la consistance d'un mortier un peu clair. On jette alors des morceaux de pierre ponce à la dimension des grains indiquée plus haut en quantité suffisante pour rendre la matière solide et dure. On introduit alors la composition dans des moules à briques, que l'on a saupoudrés de poudre de ponce, et on presse fortement. Le tout est ensuite abandonné à lui-même jusqu'à ce que le durcissement se soit produit.

Les briques sorties du moule sont prêtes à l'emploi. Pour les réunir on se sert d'un mortier de même composition, de sorte que toute la construction ne forme plus qu'un bloc qui prend à la longue une grande solidité.

139. — Quand il s'agit de fabriquer des dalles, de gros blocs pour la construction de voûtes, etc., on utilise pour préparer la masse les morceaux les plus gros donnés par le concasseur. Le mode opératoire est à cela près identique à celui suivi pour faire des briques. On introduit dans le moule une couche de mortier de chaux et de ponce et jette ensuite des fragments de ponce. Sur ceci on pose une nouvelle couche de ponce, puis une nouvelle épaisseur de ponce en grains, et ainsi de suite jusqu'à remplissage complet du moule. On attend ensuite la prise complète de la pièce avant de démouler.

140. — L'extraordinaire légèreté que présentent les agglomérés de pierre ponce, jointe à une grande solidité, les recommande pour la construction, particulièrement pour ce qui a trait à l'édification des voûtes. En faisant une voûte légère on a l'avantage de pouvoir donner aux murs qui la soutiennent une moindre épaisseur. Si la voûte à construire ne doit supporter aucune charge, on peut arriver à ne faire que des constructions extrêmement légères quoique solides.

Une des propriétés les plus marquantes des briques de pierre ponce réside dans leur mauvaise conductibilité pour la chaleur. C'est une matière excellente que cette brique pour former des parois isolantes. Il n'y a peut-être pas une substance mieux appropriée que la brique de pierre ponce à servir de calorifuge. Aussi a-t-on proposé d'enduire les tubes de vapeur d'un mortier à la chaux et à la ponce. Ce mortier donne de bons résultats à la condition d'être posé sur le tube chaud, appliqué à froid il éclate dès que le tube s'échauffe par suite de la dilatation.

IV. PIERRES DE CIMENT DE LAITIER

141. — Le laitier qui provient de la fabrication de la fonte possède des qualités hydrauliques, quand il a été granulé et mélangé de chaux, qui sont la base de la fabrication du ciment de laitier.

On peut tirer parti du laitier pour faire également des pierres artificielles.

La matière première est le laitier granulé. Pour l'obtenir on fait couler le laitier fondu dans l'eau. Le laitier se refroidit, se solidifie et se brise en grains plus ou moins gros. On sépare du laitier ainsi traité les grains les plus gros et les soumet au broyage pour les amener à la grosseur voulue. Le sable de ce ciment mêlé de chaux éteinte fait prise en donnant une masse ressemblant au ciment, c'est lui qui sert à la fabrication des briques de laitier.

On prendra la chaux sous forme de chaux éteinte en poudre et on la mêlera dans le rapport suivant :

Chaux éteinte en poudre	1 partie
Laitier en poudre.	5 à 6 parties

On ajoute au mélange assez d'eau pour en faire une pâte que l'on rend homogène par malaxage. Après passage suffisant au malaxeur la masse a la consistance d'une terre à briques humide, on la fait passer alors dans une machine à briques.

Les briques sont alors mises en piles en ayant soin de ne pas trop les serrer, ce qui empêcherait l'air de passer, et abandonnées à elles-même pendant quelques mois. Il est indispensable de les abriter de la pluie.

Au sortir de la presse les briques sont peu solides,

elles ont une consistance butyreuse, mais plus tard elles prennent de la dureté et ne se laissent plus briser que difficilement. Au bout de 6 à 8 mois leur dureté est celle d'une brique ordinaire. On peut alors les employer dans la construction.

La finesse du laitier n'est pas sans importance. Avec un laitier fin on a un durcissement rapide et par suite le temps d'attente avant la livraison à la consommation se trouvera d'autant plus abrégé que l'on aura pris le laitier sous forme plus fine. Dans la pratique on peut ajouter au ciment le dixième de son poids de la poudre fine qui a traversé le tamis.

Ces briques ont une surface rugueuse qui facilite leur adhérence avec le mortier. Elles sont plus poreuses que la brique ordinaire, aussi ne conviennent elles qu'aux parties de la construction placées au-dessus du sol. Leurs qualités sont donc un peu inférieures à celles des briques de terre cuite, mais elles sont moins chères par suite de leur facile fabrication. Elles peuvent rendre les mêmes services que les briques ordinaires toutes les fois que l'humidité ne pourra pas s'y infiltrer.

V. BRIQUE D'AMIANTE

142. — L'amiante se présente sous une forme toute spéciale dans la nature. Le minéral est fibreux et convenablement déchiqueté, il forme avec l'eau une sorte de pâte.

L'amiante est une variété de trémolite ; c'est un silicate magnésien et calcaire avec des traces d'oxyde de fer et de magnésie.

En ajoutant aux avantages reconnus des briques silico-calcaires ou silico-argilo-calcaires, toutes les qualités particulières à l'amiante, la brique d'amiante, dite aussi brique amiantine ou simplement amiantolithe, réalise donc à son tour un énorme progrès.

La brique amiantine, comme le démontre sa fabrication, n'est pas à proprement parler un aggloméré.

Elle est composée, en effet, d'amiante, de silice et de chaux. Ces trois matières premières sont d'abord soigneusement dosées, puis malaxées parfaitement dans des machines spéciales. Enfin, on comprime, en forme de briques, dans des presses puissantes, le mélange obtenu par ce malaxage.

Au sortir des presses, les briques sont soumises à l'action chimique de la vapeur d'eau à haute pression, action qui détermine un nouveau composé. Il se forme un silicate double de chaux et de magnésie.

La brique d'amiante ainsi fabriquée constitue donc un bloc, absolument homogène dans toutes ses parties, offrant l'aspect de la belle pierre de taille.

La dureté et la résistance à l'écrasement de ces nouveaux matériaux ont été prouvées par des expériences concluantes. Son homogénéité de structure est absolue par suite du dosage et du malaxage, toujours identiquement effectués dans des appareils mécaniques, et de l'action chimique de la vapeur d'eau à haute pression obtenue dans des conditions immuables. La régularité des formes est assurée par l'énorme puissance des presses à vapeur.

Ces briques capables de se colorer de la couleur demandée, d'une façon inaltérable, et en pleine pâte, peuvent très bien servir à la décoration polychrome.

Par sa composition même, l'amiantolithe est absolument indécomposable à l'air. De nombreuses expériences ont prouvé qu'après vingt-quatre gels et dégels successifs, la résistance à l'écrasement de ces briques ne diminue pas d'un gramme et qu'elles ne se délitent aucunement. Les acides ne l'affectent nullement et jamais il ne se produit d'efflorescences.

L'amiantolithe est employée avec succès pour les travaux sous terre et dans l'eau. Grâce à sa composition, elle se lie facilement avec le mortier et fait corps intimement avec lui. L'insonorité bien connue de l'amiante fait choisir cette brique de préférence à toute autre pour les cloisons.

Ajoutons enfin que ces briques sont légèrement poreuses comme le demandent les lois de l'hygiène moderne. Elles sont faites dans le format habituel $5,5 \times 11 \times 22$.

L'usine de Choisy-le-Roi peut produire 40.000 briques par jour et est susceptible de s'augmenter jusqu'à la production quotidienne de 200.000 briques.

VI. CIMENT ET AGGLOMÉRÉS DANS LESQUELS LE CIMENT SERT DE LIANT

143. — Le ciment à proprement parler et sa fabrication ne rentrent pas dans le cadre de ce volume, aussi nous renvoyons le lecteur pour l'étude complète de sa fabrication et de ses propriétés à l'ouvrage qui lui est spécialement consacré dans cette encyclopédie.

Nous nous contentons de rappeler que le ciment renferme des silicates et des aluminates calcaires qui, sous l'action de l'eau, s'hydratent. Le silicate tricalcique 3CaO

SiO^2 fixe 2,5 H^2O et donne de la chaux hydratée, l'aluminate tricalcique 3CaO Al^2O^3 fixe simplement $12H^2O$. C'est l'aluminate qui s'hydratant assez rapidement amène la prise et le silicate plus lent à hydrater qui amène le durcissement.

Cette théorie qui compte de nombreux partisans a également ses détracteurs et a soulevé de longues polémiques dans le détail desquelles nous n'entrerons pas.

Le ciment indépendamment des travaux d'art dans lesquels il entre peut servir de matières premières pour la confection de matériaux artificiels et c'est à ce point de vue seul que nous nous en occuperons.

144. **Briques de ciment.** — Au lieu de briques de terre cuite on peut parfaitement faire usage de briques à base de ciment. Le ciment sert d'agglomérant et la matière de remplissage est du sable.

Le ciment employé n'est pas un ciment à prise rapide. Les mélanges varient de composition : ils comprennent ordinairement de 1 à 3 à 1 à 6 de ciment et sable. La masse bien mélangée est humidifiée et moulée à la presse. Les presses à plateaux conviennent bien pour ce genre de façonnage, la masse n'ayant pas la plasticité voulue pour supporter le passage à la filière.

Les matériaux sont mélangés à sec. Il faut employer du sable exempt de terre, sans cela il se forme des grumeaux ; on peut lui laisser cependant un peu d'humidité. Une fois que les deux matières sont intimement mélangées on ajoute de l'eau petit à petit et juste assez pour que la masse ne présente pas plus d'humidité que de la terre fraîchement creusée. La composition n'est pas assez

humide pour pouvoir être agglomérée à la main. En cet état elle se façonne très bien par pression.

145. **Carreaux de ciment.** — La construction emploie également le ciment sous forme de carreaux de dimensions assez variables. Leur fabrication est assez simple. Elle comprend d'abord la préparation d'un mélange de ciment et de sable que l'on additionne d'eau de manière à en faire une bouillie assez fluide pour pouvoir se verser.

La masse est alors introduite dans un moule en métal, composé d'un cadre en tôle fixé sur une surface unie. Le cadre est formé de pièces mobiles maintenues par des boulons. Ce procédé s'applique également à la confection des blocs de béton de grandes dimensions.

Quand il s'agit de petits carreaux l'emploi de la presse est tout indiqué et si l'on désire leur donner une surface unie il est bon de les faire en deux couches, une couche mince que l'on coule dans le moule à l'état liquide et sur laquelle on viendra appliquer la composition ordinaire à l'état de poudre humide. Pour avoir une couche unie, on augmente la dose de ciment et forme la couche supérieure avec une composition renfermant 1 de ciment pour 2 de sable.

146. **Pièces de construction.** — On peut avec le ciment faire des pièces aussi variées comme forme que les pièces de terre cuite. Aussi trouve-t-on des marches d'escaliers, des dallages, des encadrements de fenêtre, des balustres, etc., en béton dans beaucoup de constructions modernes. Si ces produits ont peu pénétré en France, cela tient à l'emploi de la pierre naturelle, abon-

dante en somme dans notre pays, dans presque toutes les belles constructions.

Les moules servant à couler les pièces de béton peuvent se fabriquer avec un mélange de ciment et sable fin à parties égales. Le modèle après avoir reçu une couche d'huile de lin par trempage jusqu'à ce qu'il cesse d'en absorber est recouvert de ciment fin préparé comme nous venons de le dire. Une fois que la masse a pris une solidité suffisante, on coule autour d'elle une composition plus grossière et pour plus de sûreté on entoure le tout avec du bois. On a ainsi un moule que l'on imprègne à son tour d'huile de lin à saturation et qui sert à produire des pièces par coulée.

Quand il s'agit de petites pièces on travaille avec des compositions fines, mais lorsqu'il s'agit de grosses pièces on applique d'abord dans les moules de la pâte fine et recouvre d'une masse plus riche en sable et plus grossière.

Les pièces qui ont à supporter des frottements, comme les marches d'un escalier, reçoivent une couche de sable. Pour cela on introduit d'abord dans le moule du sable humide et par dessus on verse la composition à base de ciment.

147. **Tuiles**. — La tuile de ciment qui commence à se répandre peut se faire de diverses façons. Une des plus originales consiste à former de grandes tuiles à l'aide d'un treillis métallique servant d'armature.

Ce système de fabrication est très employé du reste pour la confection de nombreux objets en ciment, tels que des carreaux, des récipients.

148. — La tuyauterie en ciment a pris une certaine importance, elle se développe même très rapidement dans certains pays.

149. **Composition de ciments colorés.** — Il est facile au moyen de colorants introduits dans la masse de colorer la pâte. Il n'y a qu'à incorporer dans le mélange un colorant pulvérulent.

Si le ciment manque de blancheur, en lui ajoutant du marbre blanc pulvérisé, de l'asbeste, du talc, etc., on corrige sa teinte.

Le violet s'obtient avec des mélanges de rouge et bleu. Le bleu est ordinairement donné par du smalt ou verre de cobalt ou encore de l'outremer.

L'ocre brun sert à donner des bruns.

Le vert s'obtient économiquement avec des mélanges de jaune et de bleu.

L'ocre jaune, le chromate de plomb servent à colorer en jaune.

Pour le rouge on a recours à l'oxyde de fer.

Le noir se fait avec de la poudre de charbon ou de bioxyde de manganèse.

Les colorants doivent être très divisés pour l'emploi. Il n'est pas possible de se servir d'un certain nombre de colorants que l'on trouve à bas prix par suite de la réaction alcaline de la masse qui vient agir sur le colorant et, par suite, détruire sa coloration. Les doses de colorant à employer varient de 5 à 12 % de la masse.

Il est coûteux et inutile de faire des pièces entièrement colorées, aussi ne pose-t-on d'abord qu'une couche de quelques millimètres de composition colorée et remplit-on le reste du moule avec de la composition ordinaire.

Ce mode opératoire est surtout employé pour les carreaux. Pour avoir une surface bien unie dans les carreaux colorés on presse sur une plaque d'acier bien poli.

150. **Mosaïque de ciment.** — Etant donné la possibilité de faire des ciments colorés, on comprend aisément qu'il est facile de se servir de ciment coloré pour composer des mosaïques.

Pour cela, on commence par faire des bâtonnets de ciment coloré ayant environ 1 centimètre carré de section et on les brise de manière à les réduire en cubes. On pose alors ces cubes colorés comme la mosaïque ordinaire en ayant soin seulement de laisser sur les côtés la cassure, de manière à ce que le dessus ait une surface unie. Les cubes sont sur un lit de ciment et réunis par du ciment. Une fois la prise faite on polit la surface de manière à la rendre absolument unie.

Ce genre de mosaïque a été appelé Ferrazzo.

151. **Imitation des pierres naturelles.** — En introduisant dans une pâte de ciment des fragments de ciments colorés convenablement choisis comme ton et comme grosseur, on a pu réaliser des imitations assez intéressantes des roches.

152. **Metallik.** — Ce nom a été donné à des agglomérés à base de laitiers. On a fait avec ces compositions des carreaux de carrelage très satisfaisants. Ici, au lieu de se servir de chaux pour cimenter la masse on prend du ciment Portland.

Ce produit qui n'a qu'une faible valeur se prépare sur les lieux de consommation et se façonne à la main. En

préparant la masse au malaxeur on donne de l'homogénéité à la composition, bien plus aisément et bien plus économiquement qu'en travaillant à la pelle.

Le ciment s'emploie à l'état de sable en grains variant de la grosseur d'un pois à celle d'une tête d'épingle, et en grains plus gros pouvant avoir 4 à 5 centimètres.

Voici un exemple de composition de ce genre :

Laitier granulé	2
Sable de laitier	1
Ciment de Portland	1

On mélange en volumes les corps secs puis on leur ajoute suffisamment d'eau pour faire une bouillie.

Pour que la prise n'ait pas lieu trop rapidement on ajoute à l'eau du carbonate de soude ou du carbonate d'ammoniaque.

Le façonnage est très simple. On coule sur une aire battue, bien plane, entre des planches, une couche de composition ayant au moins 10 centimètres d'épaisseur et on la tasse. On enlève les planches une fois la prise effectuée.

Le béton ainsi composé peut servir à confectionner le sol des chaussées. Pour cela, il n'y a qu'à disposer deux rangées de planches parallèles dans toute la largeur de la chaussée et à couler le mélange dans le cadre ainsi formé. Quand la prise commence, on enlève vite les planches et les amène un peu plus loin. En versant vite une nouvelle couche de composition on n'a pas de solution de continuité. Au bout de 24 heures la prise est suffisante pour permettre la mise en circulation.

Au lieu de couler une couche de métallik on peut ainsi faire des carreaux d'un mètre carré au moyen d'un moule

en fer, disposer ces carreaux les uns à côté des autres et les réunir par un mortier de même composition.

Pour que ce revêtement de la chaussée ait de la durée, il est important qu'il repose sur un sol homogène et uni. Si cette condition n'est pas réalisée, il y a naturellement des affaissements dans les régions les moins résistantes.

Ce genre de produits, d'après l'auteur[1] auquel nous empruntons ces renseignements, s'est bien comporté partout où on l'a employé quand on l'a posé avec les précautions voulues.

153. **Marbre artificiel veiné.** — Pour l'obtenir il est indispensable d'agglomérer des compositions diversement colorées sans arriver à un mélangeage, parfait puisqu'il faut laisser des veines.

Le procédé suivant répond à ce desideratum. Les matières premières sont des ciments diversement colorés. On mélange à sec, puis humecte de l'eau de façon à faire une pâte. On fait une pâte pour chaque couleur, puis on applique des couches successives des diverses pâtes choisies et on bat le bloc ainsi formé. On a ainsi une série de zones superposées donnant l'illusion d'un marbre veiné.

Pendant que la masse est encore molle on la coupe en tranches que l'on introduit dans des moules. La matière durcit lentement et au bout de deux jours elle est résistante. On peut la tailler et la polir comme le marbre.

154. **Agglomérés divers au ciment.** — L'asbeste et l'oxyde de zinc additionnés de ciment ont servi à composer des plaques qui sont, d'après les inventeurs, Simmons et Bock, imperméables et résistantes à l'eau.

[1] LEHNER, 2.

Leur brevet indique de prendre de l'asbeste très finement moulue et de l'oxyde de zinc fraîchement calciné. On délaie dans l'eau de lin de façon à faire une bouillie claire le mélange suivant :

Asbeste	200 parties
Oxyde de zinc	30-130 »
Ciment	70 ».

G. et B. Barl ont breveté un mode de fabrication de pierres imperméables à l'eau un peu analogue. Ils mêlent du sable et du ciment à sec et ajoutent éventuellement de l'asbeste et une substance colorante. Le mélange est ensuite additionné d'eau et de lait de chaux. Le tout est malaxé. La masse une fois plastique est moulée et passée d'abord dans un bain de savon, ensuite, quand elle est sèche, dans l'alun.

VII. PLATRE

155. — Le plâtre appartient à la famille des composés qui peuvent s'hydrater et prendre de la solidité par suite de cette fixation d'eau.

On trouve dans la nature du sulfate de chaux hydraté $CaSO^4 + 2H^2O$, dont le nom minéralogique est le gypse. Les cristaux de gypse sont ordinairement sous une forme assez caractéristique, le fer de lance ou pierre à Jésus. Le groupement cristallin caractéristique est dû à une macle.

Le gypse est peu soluble dans l'eau ; son maximum de solubilité serait vers 35° où pour dissoudre 1 partie de gypse il suffirait de 395 parties d'eau.

Chauffé, le gypse perd son eau, mais sa déshydratation est lente et elle n'est complète que dans certaines condi-

tions. Le plâtre que l'on emploie habituellement n'a été chauffé qu'à température peu élevée (au moins 128°) et il retient encore 0,5 molécule d'eau. Au delà de 200° on obtient du plâtre anhydre dont les propriétés sont un peu différentes du précédent.

156. — Mis au contact de l'eau, le plâtre se transforme à nouveau en gypse, c'est-à-dire en sulfate à 2 molécules d'eau de cristallisation.

Le sulfate à 0,5 molécule d'eau est notablement plus soluble que le plâtre ; un litre à 25° en dissoudrait 10 gr. 5 : Mais cet hémihydrate est transformé par l'eau qui la dissout instantanément en hydrate à 2 molécules d'eau. Cette hydratation ne se produit qu'au-dessous de 63°,5. Une fois que l'hémihydrate est entré en solution, l'eau ne renferme plus en solution de l'hémihydrate mais bien du sulfate à deux molécules d'eau. Gomme ce dernier sel est moins soluble que l'hémihydrate, on est en face d'une solution sursaturée qui abandonne le sel en excès sous forme de cristaux allongés. Cette solution saturée d'hydrate à deux molécules peut encore se saturer naturellement d'hémihydrate qui se déposera ensuite sous forme de sel à deux molécules. $CaSO^4 2H^2O$.

157. — Le plâtre déshydraté renferme de l'anhydrite ou sulfate anhydre $CaSO^4$. Il se produit quand on chauffe lentement la pierre à plâtre en morceaux vers 950°.

Soumis à l'action de l'eau, le plâtre anhydre s'hydrate et donne le sulfate à deux molécules d'eau. La formation de ce bihydrate ne peut cependant avoir lieu que si la température est inférieure à 63°,5. Au-dessus de cette température il n'y a plus d'hydratation parce que l'anhy-

drite est la forme la plus stable à cette température ; du reste, le gypse au-dessus de 63°,5 se transforme lentement en anhydrite.

158. — En exposant du gypse à une température très élevée le plâtre résultant a perdu la propriété de faire prise avec l'eau ; il est cuit à mort.

Le plâtre cuit à mort se produit déjà vers 1000°. Il se comporte vis-à-vis de l'eau comme l'anhydrite ou sulfate anhydre. L'hydratation se produit bien mais excessivement lentement ; elle conduit au sulfate dihydraté $CaSO^4.2H^2O$.

Quand on cuit de la pierre à plâtre un peu haut, vers 190°, on forme en même temps que du plâtre de l'anhydrite, c'est-à-dire simultanément les deux sulfates : $CaSO^4.0,5H^2O$ et $CaSO^4$.

Ce plâtre est une sorte de plâtre mort qui fait prise très lentement et incomplètement par suite de la présence de l'anhydrite.

159. — L'anhydrite est du sulfate de chaux anhydre. Produit au voisinage de 200° ce sulfate anhydre a des propriétés très différentes du sulfate de chaux anhydre.

Cette anhydrite se produit quand on sèche dans le vide entre 60° et 90° du sulfate précité. On peut aussi l'obtenir en desséchant à 100° du sulfate dihydraté obtenu en hydratant du plâtre avec 20 fois son poids d'eau.

L'anhydrite ainsi préparé est soluble, propriété qui le distingue de l'anhydrite naturel ; de plus, au contact de l'eau, il se transforme en hémihydrate puis en dihydrate. La production d'hémihydrate n'est que transitoire et n'a lieu qu'au-dessous de 36°.

160. — En résumé, en exposant à l'action de la chaleur du gypse, $CaSO^4, 2H^2O$ lentement, il y a partiellement départ de l'eau d'hydratation. Il se forme en majeure partie de l'hémihydrate $CaSO^4, 0,5H^2O$. En prolongeant l'action déshydratante et l'aidant par le passage d'un courant d'air sec on arriverait à la déshydratation complète.

161. **Solidification et prise du plâtre.** — Nous avons expliqué plus haut que l'hémihydrate était soluble dans l'eau et qu'il se transformait aussitôt dissous en dihydrate moins soluble qui se précipitait. Tout le processus de la prise du plâtre tient dans cette réaction, car la dissolution de l'hémihydrate est extrêmement rapide. Elle conduit donc à la formation pour ainsi dire instantanée d'une solution sursaturée de dihydrate qui laisse aussitôt déposer des cristaux et devient alors apte à se saturer de nouveau d'hémihydrate qui passeront de suite à l'état de dihydrate dont une partie se déposera, etc. Le même circulus se reproduira indéfiniment jusqu'au moment où il n'y aura plus de sulfate hémihydraté à transformer en sulfate dihydraté.

La transformation de l'hémihydrate en dihydrate se fait avec une variation de volume ; la masse hydratée a augmenté de volume par suite de la cristallisation du nouvel hydrate. Un centimètre cube d'hémihydrate donne $1^{cmc},406$ de dihydrate.

Quand l'hydratation du plâtre se fait avec de l'eau contenant un sel en dissolution, il peut se produire certains phénomènes particuliers.

Ainsi les sels suivants accélèrent la prise :

Chlorure de sodium en solution étendue, sulfate de potassium, sulfate de sodium, azotate de potassium, azotate

de sodium, bichromate de potassium, chlorhydrate d'ammoniaque, chlorure de magnésium, chlorure d'aluminium, sulfate d'aluminium.

Au contraire, la prise est retardée par le chlorure de sodium en solution concentrée, le borax.

Ces actions retardatrices ou accélératrices n'ont d'effet qu'au-dessous de 40°.

162. — Il est en outre un point très intéressant à citer parmi les phénomènes d'hydratation que manifeste le plâtre, c'est la transformation lente que peut subir l'hémihydrate à la longue.

$$2\,(CaSO^4)^2\,H^2O = CaSO^4.2\,H^2O + CaSO^4.$$

Il se forme du gypse et de l'anhydrite et les propriétés hydrauliques se trouvent naturellement totalement changées.

163. **Le plâtre dans le moulage**. — Nous avons eu l'occasion déjà principalement à propos des faïences et du grès employés comme éléments de construction ayant un caractère décoratif, de parler du moulage.

Le moulage s'effectue souvent, et surtout quand il s'agit de pâtes argileuses comme dans la céramique, dans du plâtre. Le moule de plâtre ordinaire étant poreux facilite le départ de l'eau qui passe de la pâte dans le moule. La masse se sèche, superficiellement au moins, avec rapidité, prend du retrait et quitte le moule avec facilité. Nous pensons donc utile de dire quelques mots ici de la confection des moules.

164. — Pour faire le moule il faut d'abord un modèle qui sera ordinairement en plâtre ou en terre.

On commence par recouvrir le modèle d'une couche de vernis à l'huile de lin siccative, puis l'on pose dessus une deuxième couche formée de vernis composé de gomme laque dissoute dans l'alcool. Le vernis à l'huile de lin doit pénétrer un peu dans la terre ou dans le plâtre, de manière à protéger le modèle de l'action de l'eau que renferme le plâtre délayé dans l'eau. L'absorption de l'eau par le modèle aurait deux effets fâcheux, elle viendrait ramollir la terre ou mouiller le plâtre, et en même temps elle diminuerait la quantité d'eau incorporée au plâtre. La couche de vernis à la gomme laque isole le modèle du plâtre que l'on a coulé et facilite le détachement de celui-ci. Quelquefois on substitue à ce vernis de l'huile et du savon gras. Si l'on désire épargner le modèle et s'il est en plâtre on l'enduit d'eau de savon. Dans le cas où l'on voudrait faire un moule d'après un modèle en une autre matière telle que le bois ou le marbre, on modifierait un peu la marche à suivre. Pour le bois, on passerait d'abord une couche de vernis à la gomme laque que l'on graissera ensuite avec de l'huile et du savon. S'il s'agit d'un objet en marbre l'emploi de corps gras est à rejeter, car il salirait le modèle. Il faut alors recourir à des feuilles d'étain ou à de la cire. Pour des modèles en cire on se servira de chlorure de zinc en solution à 20 ou 25° Baumé comme isolant.

Le modèle étant préparé on le pose sur une table et dispose autour de lui une garniture en argile. On coule alors du plâtre délayé dans l'espace ainsi limité. La partie sur laquelle repose le tout a naturellement été

isolée par une couche d'une des préparations précédentes pour éviter l'adhérence du plâtre au support.

Suivant la manière dont le plâtre a été gâché on aura du plâtre plus ou moins poreux.

	Eau	Plâtre
Plâtre dur	37	63
Plâtre ordinaire	42	58
Plâtre étendu	37	50
	puis ajouter après délayage 13 parties d'eau	
Plâtre noyé	22	46
	puis ajouter après délayage 32 parties d'eau	

Le plâtre dur sert pour les pâtes dures et à gros grains, le plâtre ordinaire sert le plus souvent pour le moulage. Les autres variétés de plâtre gâché n'ont pas d'emploi pour le sujet qui nous occupe ; elles ne sont employées. que pour certains modes de façonnage de l'industrie céramique.

Certains modèles exigent naturellement, par suite de leur forme un mode opératoire plus compliqué, car il faut que l'on puisse séparer le modèle du moule, et cela n'est pas toujours possible quand il y a des parties rentrantes. Il faut donc dans certains cas opérer avec un modèle dont on sépare les divers éléments.

Au lieu de diviser le modèle, il est possible aussi de mouler par parties et de faire alors le moule en plusieurs morceaux. On limite alors sur le modèle les parties à mouler par de l'argile et l'on coule le plâtre délayé dans la cavité ainsi ménagée. Une fois le premier morceau de moule ainsi fait, on l'enlève une fois la prise effectuée et lui donne sur les côtés une surface nette. On fait alors sur

l'un des côtés une cavité. Le moule est alors reposé sur le modèle après avoir reçu sur les côtés une couche de vernis à la gomme laque. Puis on limite, à partir du côté dans lequel on a envisagé une cavité, une nouvelle portion du modèle et l'on y coule du plâtre, on arrive ainsi à faire un second moule ayant un côté emboîtant avec le premier. On continue ensuite le même mode opératoire.

Les moules en plusieurs morceaux sont ensuite réunis dans une chappe en deux ou plusieurs parties qui groupe un certain nombre de morceaux du moule. On fait cette chape en coulant du plâtre avec les précautions indiquées sur le dos des morceaux du moule.

165. **Moulage du plâtre**. — Quand on possède un moule on confectionne aisément des pièces de plâtre.

Le coulage peut s'opérer soit dans des moules en plâtre fabriqués comme nous venons de l'indiquer, soit dans des moules en gélatine.

166. — Le moule en gélatine se prépare comme nous allons l'indiquer.

On fait autour du modèle une garniture en argile, tout comme s'il s'agissait de couler du plâtre, en prenant bien soin de ne laisser aucune fissure, manque ou ouverture dans laquelle puisse se glisser la colle. Ordinairement on laisse un intervalle de 2 à $2^{cm},5$ entre le bord de l'argile et le modèle. On se sert comme gélatine de colle de menuisier. Cette colle est d'abord gonflée dans l'eau jusqu'à ce que par un faible échauffement elle fonde en donnant un liquide clair bien homogène. Une fois la colle assez imprégnée d'eau pour réaliser ces conditions, on l'introduit dans un chaudron et lui ajoute de 10 à 15 $^0/_0$ de son poids

de glycérine concentré et amène le tout à fusion en chauffant doucement. Cette addition de glycérine a pour but de maintenir la masse élastique, seule la colle formerait un moule sec et cassant ; l'addition de glycérine est naturellement d'autant plus grande que la colle est plus dure. La colle glycérinée est alors remuée pendant qu'on la chauffe jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée. On essaie, pour arriver à ce résultat, la colle de temps en temps ; elle est à point quand une prise de matière se solidifie par refroidissement en une masse élastique. Un excès de glycérine donnera une matière molle et visqueuse, si la matière manque au contraire d'élasticité c'est qu'il y a trop peu de glycérine. On arrivera à la consistance désirée par des additions ménagées de colle ou de glycérine.

Une fois fondue, la colle doit être bien claire et exempte de bulles.

Avant de verser le liquide on a eu le soin de passer sur le modèle une couche de solution de bichromate à 5 %. Cette préparation donnera de la dureté à la surface du moule et permettra de le détacher facilement. On peut alors procéder au coulage. Il est avantageux, une fois le coulage effectué, de laisser la lumière agir sur la masse gilatineuse, l'action durcissante du bichromate étant favorisée par les rayons lumineux. On laisse alors reposer pendant 24 heures. Si le moule est d'un seul morceau on peut le consolider en coulant tout autour un manteau de plâtre. Dans le cas où la pièce est un peu grande on peut consolider le moule avec des baguettes de bois préalablement encollées et disposées autour du modèle avant la coulée.

Avec une forme un peu compliquée on est obligé de découper le moule en plusieurs morceaux. Cette opération

se fait une fois la prise effectuée. Le découpage s'effectue soit avec des cheveux posés sur le modèle, soit à l'aide d'un couteau pointu.

Le durcissement de la gélatine peut s'effectuer aussi sur le moule une fois fait, en le badigeonnant de solution de bichromate et exposant à la lumière solaire.

On a proposé comme variante de donner au moule de l'élasticité au moyen de mélasse pour remplacer la glycérine.

On huile les moules une fois terminés.

Les moules une fois hors d'usage ne sont pas perdus ; on récupère la gélatine par fusion. S'il reste des grains de gélatine chromée insoluble, on filtre le liquide à travers une toile de lin.

Quelquefois les moules de gélatine sont recouverts intérieurement d'une couche de caoutchouc. Voici comment on ferait un semblable moule avec un modèle de plâtre. Sur le modèle de plâtre encore humide on répandrait de la poudre de talc, puis l'on poserait sur le tout une couche de solution de caoutchouc dans la benzine. Cette couche s'applique au pinceau.

167. — Un autre moyen de faire des moules élastiques comme les précédents, consiste à faire des moules en caoutchouc. Ceci n'est possible que pour certaines formes, car il faut faire intervenir la pression dans la conduite du procédé. On commence par badigeonner sur le modèle avec la solution de caoutchouc à plusieurs reprises de manière à donner à la couche de caoutchouc une petite épaisseur. Sur cette première couche on applique une feuille de caoutchouc non vulcanisé qui vient entourer tout le modèle. On soumet alors le tout à la vulcanisation

pendant 1 h. 1/2 à 2 heures sous 4 atmosphères de pression. Avec un manteau de plâtre, on consolide ensuite le tout.

Le moule est divisé en fragments si besoin est.

168. — Pour couler du plâtre dans un moule il faut, s'il se compose de plusieurs parties, réunir le tout en un bloc qui ne laisse aucune issue par où le plâtre gâché pourrait s'écouler.

Il est bon pour préparer le plâtre de ne pas le délayer dans une eau riche en sulfate de chaux. Il est facile de reconnaître une eau très séléniteuse par addition d'alcool fort qui amènera un trouble notable dans une eau de cet ordre. Le mieux est de se servir d'eau de pluie. Nous avons indiqué plus haut les différentes manières de gâcher le plâtre ; le mieux est de faire d'abord quelques essais pour se rendre compte de la texture qu'aura le plâtre une fois solidifié. La prise est naturellement d'autant plus rapide que le plâtre est en plus grande quantité ; l'eau chaude accélère aussi.

Le plâtre est délayé de manière à ce qu'il ne se forme pas de grumeau, on opère sans lenteur en agitant avec une cuillère, en évitant les bulles d'air. Une fois prêt, le plâtre délayé est coulé.

Les grosses pièces ne se coulent ordinairement pas en une seule fois. On introduit d'abord un peu de plâtre que l'on répand sur toute la surface du moule, de façon à le faire pénétrer dans toutes les infractuosités, et, une fois la solidification opérée sur la périphérie, on rejette le plâtre resté liquide. On remplit alors la cavité restée libre avec du plâtre épais. Pour éviter d'employer trop de plâtre et de faire des pièces trop lourdes, on a soin de vider

l'excès de plâtre encore liquide quand le centre est encore liquide.

On n'enlève les moules de plâtre de la pièce qu'après refroidissement du plâtre coulé, les moules en gélatine qui supporteraient mal un échauffement sont séparés aussitôt la prise.

Comme on a graissé le moule avant coulage, on passe à la surface de la pièce démoulée une solution de chlorure de chaux qui détruit le corps gras.

169. — On coule le plâtre coloré comme le plâtre ordinaire, il faut se rappeler seulement que les colorants minéraux, s'ils sont ajoutés en quantité un peu notable, diminuent la solidité du plâtre.

170. **Réduction des moules en plâtre.** — En gâchant du plâtre avec de l'eau renfermant pour 2 parties d'eau une partie d'alcool à 90° on observe que ce plâtre, coulé dans un moule, accuse après la prise un retrait de 4 à 5 %. En répétant le moulage sur cette pièce et coulant dans le nouveau moule du plâtre alcoolisé, on obtient une pièce un peu plus petite. Ce procédé permet en continuant d'arriver par degrés à une réduction assez grande.

Platre dur

L'addition de certains sels permet au plâtre d'acquérir une plus grande dureté que lorsqu'il est gâché seul.

171. **Plâtre aluné.** — A du plâtre fin on ajoute de l'alun de potasse également en poudre et l'on mélange in-

timement le tout. On prend les deux matières dans le rapport de 12 à 1.

Le mélange est chauffé ensuite dans une bassine plate. L'alun perd de l'eau et fond dans son eau de cristallisation ; la masse paraît alors fondue. On la dessèche et l'on a alors une matière qui se pulvérise aisément. Additionnée d'eau, elle donne une matière qui reste liquide plus longtemps que le plâtre ordinaire et demande de trois quarts d'heure à une heure pour faire prise. Si la matière a été peu cuite, elle est plus rapide à faire prise que si elle a reçu un coup de feu.

On peut encore prendre des morceaux de gypse, les cuire et pendant qu'ils sont encore chauds les plonger dans une solution à 12 % d'alun. On laisse le plâtre s'imprégner de la solution et, après l'avoir égoutté on le soumet à une deuxième cuisson.

On peut aussi gâcher du plâtre avec une solution renfermant 16 parties d'alun et 16 parties de sel ammoniac pour 100 de plâtre. La composition ne fait pas prise plus vite que le plâtre aluné, mais elle donne des produits un peu moins durs que le plâtre cuit avec de l'alun.

Le plâtre aluné porte aussi le nom de ciment anglais ou de Greenwood.

D'après Elsner, il faut d'abord éviter d'employer non seulement de l'alun renfermant un peu de fer mais même de se servir de récipients en fers. Tout contact avec des particules de fer ne peut que gâter la beauté du produit. Le mieux est d'employer une solution d'alun à 77 — 83 grammes par litre que l'on prépare à chaud pour aller plus vite. C'est dans cette solution chaude que l'on plonge les morceaux de plâtre. Une fois imprégnés on les cuit.

La poudre de ce plâtre aluné fait très bien prise avec l'eau, mais le mieux est d'employer pour le gâcher une solution d'alun au titre indiqué plus haut. On prend 100 centimètres cubes de cette liqueur pour 150 à 180 grammes de ciment.

La prise est un peu plus lente que celle du plâtre, mais la dureté acquise est notablement supérieure.

172. **Plâtre sulfaté.** — Au lieu d'employer l'alun on se sert de sulfate de potasse et de plâtre exempt de carbonate de chaux. S'il y avait de ce dernier sel dans le sulfate il faudrait lui ajouter de l'acide sulfurique, de manière à faire passer le carbonate à l'état de sulfate. En gâchant du plâtre avec de l'eau renfermant du sulfate, ou mieux en gâchant le mélange de plâtre et sulfate de potasse pulvérisés, on a ainsi un mélange dans lequel il se forme un sel double de calcium et de potassium qui s'hydrate comme le plâtre, en donnant une masse extrêmement dure, non soluble dans l'eau.

Le mieux est d'employer pour 100 parties de plâtre 125 à 130 parties de sulfate de potasse. On obtient ainsi une matière, soyeuse, transparente, exempte de l'aspect crayeux du plâtre moulé ordinaire.

Au sulfate de potassium on pourrait substituer d'autres sulfates.

173. **Plâtre boraté.** — Le borax ajouté au plâtre a la propriété de communiquer également une grande dureté au plâtre une fois qu'il a fait prise.

On prépare d'abord une solution saturée de borax (borate de soude $B^4O^7Na^2 + 10H^2O$). Le mieux est de dissoudre le sel à chaud et d'abandonner la liqueur chaude

Le borax étant soluble à 15° dans la proportion de 83 grammes par litre, en partant de 100 grammes on est sûr d'avoir une solution saturée, qu'il n'y aura qu'à séparer des cristaux déposés pendant le refroidissement.

On introduit le plâtre cuit dans cette solution et l'y laisse séjourner un jour. Au bout de ce temps on retire les fragments de plâtre et les cuit encore une fois. Cette cuisson doit être poussée jusqu'au rouge faible pour chasser du borax toute son eau de cristallisation.

Au lieu de gâcher la poudre de cette composition avec de l'eau on se sert d'une solution renfermant

Eau	1 000
Sel de Seignette	100

Les pierres faites avec cette composition durcissent lentement mais prennent avec le temps une dureté tout à fait extraordinaire ; aussi peuvent-elles se tailler et se polir comme les pierres calcaires compactes.

194. **Lithomarlithe.** — Cette matière est essentiellement formée de plâtre délayé dans de l'eau, renfermant 20 à 30 grammes de colle et 80 grammes de borax par litre.

La masse se solidifie lentement et durcit. Elle peut prendre un beau poli.

175. **Plâtre tartré ou ciment parian.** — On traite le plâtre par une solution renfermant 91 grammes de tartre par litre.

Matériaux de plâtre seul

176. **Carreaux de plâtre.** — Pour faire des murs

de séparation dans les habitations on se sert souvent de plâtre. Leur fabrication n'est pas compliquée, elle comprend simplement le coulage de plâtre délayé dans un moule sur une épaisseur de 3 à 5 centimètres. On laisse reposer jusqu'à durcissement complet.

En versant à la surface de l'huile de lin quand elle est bien sèche on lui donne un vernis. On essuie avec soin et laisse sécher, le carreau ainsi traité supporte alors le lavage. A l'huile de lin on peut substituer de la colle chromée, qui devient insoluble sous l'action de la lumière. Enfin, en passant un vernis à la caséine on peut également donner au carreau un bel éclat après passage à l'ammoniaque étendue.

Indépendamment des carreaux unis on fait aussi des carreaux colorés. Pour cela on coule du plâtre coloré dans des moules, à l'endroit on doit être la coloration. On coule ensuite du plâtre blanc tant que la partie colorée reste visible, puis on unit le carreau.

177. **Marbre artificiel à base de plâtre.** — Avec le plâtre on peut arriver à une imitation assez satisfaisante du marbre ; grâce à l'introduction de colorants dans la composition on arrive à imiter très bien les marbres de couleurs.

Le stuc est une composition à base de colle et de gypse. Autrefois, pour imiter le marbre on se servait de stuc composé de plâtre et de chaux éteinte, le tout gâché avec une solution de colle. Il est indispensable, pour éviter que la colle n'apporte une teinte jaune, d'employer de la colle complètement incolore. On laisse gonfler la colle pendant vingt-quatre heures dans l'eau, puis on la chauffe doucement jusqu'à ce qu'elle devienne bien liquide. Pour

100 grammes de colle il faut environ 2 l. 8 d'eau. Il n'est pas possible de fixer d'avance la teneur que doit avoir la solution de colle. Il faut l'essayer tout d'abord et voir comment elle se comporte avec le plâtre ; en bonne marche le plâtre fait prise en 20 à 30 minutes.

Le mélange suivant :

Plâtre pulvérisé	80
Marbre pulvérisé	20
Sulfate de potassium.	20

délayé dans une solution aqueuse de colle à 5 %, donne de bons résultats.

S'il s'agit d'obtenir des plaques de marbre on se sert d'un cadre placé sur une surface bien polie. Le cadre est formé de parties mobiles, maintenues fixes pendant le coulage, mais pouvant être séparées ensuite pour permettre le démoulage. On fabrique par ce simple procédé des plaques d'assez grandes dimensions. Le coulage est commencé par un coin, puis la matière est répandue progressivement de manière à couvrir toute la surface du cadre ; on évite ainsi la production des bulles. Une fois que le cadre rempli a l'épaisseur voulue et au moment où la masse commence à se solidifier on introduit dans la matière un certain nombre de fragments de fort fil de fer étamé, recourbé deux fois à angle droit. Ces fragments de fil de fer servent à consolider la masse. L'étamage du fil est important, car le fer seul se rouillerait.

Une fois solidifiée, la plaque est enlevée de la glace qui le supporte ; il est bon de huiler au préalable sa surface, puis d'essuyer avec un linge de laine. Il reste suffisamment de corps gras pour empêcher l'adhérance en opérant

ainsi. La plaque est ensuite abandonnée au séchage, posée de champ.

198. — Pour obtenir des marbres colorés on emploie des colorants appropriés aux tonalités que l'on désire.

On imite très bien les tons jaunâtres ou bleuâtres que présentent certains marbres en ajoutant à la composition un peu de sulfate ferreux ou de sulfate de cuivre. Ces deux sels donnent des composés de fer, jaunes par perxydation, et de cuivre qui sont bleus. Il faut simplement ne les employer qu'à l'état de solutions diluées.

Les marbres colorés en gris s'imitent bien en appliquant de la noix de Galles sur du marbre déjà teinté par du sulfate de fer. Avec les sels de fer la noix de Galles forme des composés allant du bleu très foncé au noir et se produisent, d'une nuance très atténuée, aux endroits où l'on applique la noix de Galles. On pose à l'éponge et opère avec des concentrations correspondant à l'effet que l'on veut produire. A la noix de Galles on peut ajouter des extraits de bois pour modifier la tonalité, comme du campêche.

Le jaune employé pour colorer le marbre artificiel est le chromate de plomb. On l'obtient par double décomposition. La plaque sèche est d'abord imprégnée d'une solution d'acétate de plomb jusqu'à saturation. Une fois sèche, elle est traitée par une solution très étendue de bichromate de potasse.

En suivant le même procédé avec de l'acétate de cuivre on aurait un brun rouge.

Les bleus foncés se font aisément en appliquant du ferrocyanure de potassium sur des plaques déjà imprégnées de sulfate de fer. En ajoutant à la composition qui

forme le marbre artificiel de la pyrite de fer en petits cristaux et traitant cette fois par une solution un peu concentrée de ferrocyanure on a une belle coloration rappelant le lapis-lazzuli.

Le rouge est une des couleurs les moins commodes à introduire. On se sert habituellement de sel d'étain et d'une décoction de campêche et de bois du Brésil.

On imprègne la plaque de solution de sel d'étain bien limpide et laisse sécher ; ensuite on ajoute la décoction de bois du Brésil, alcalinisée par la soude. On a ainsi un ton rouge comme en offrent certains marbres. Le campêche avec un peu de carmin de cochenille donnera un ton plus vraiment rouge.

Le vert est facile à produire par mélange de bleu et de jaune ; par exemple, en produisant du bleu de Prusse et du chromate de plomb.

Avec ce système de coloration on ne pénètre pas toute la masse ; pour avoir des marbres colorés dans leur totalité on introduit des colorants dans le mélange, tels que : l'ocre pour les jaunes et les bruns, la sanguine pour les rouges, le smalt pour les bleus, le charbon pour le noir et le gris, etc.

L'addition de paillettes fines de mica dans la composition donnera au marbre un aspect cristallin, avec de petits cristaux de pyrite on lui donnera un aspect chatoyant et doré.

La variété la plus grande est permise dans ces combinaisons ; ainsi des alliages en poudre comme les bronzes pulvérulents peuvent rendre des services.

178. — Une fois le marbre solide il s'agit de le tailler et de le polir. Avec un rabot on enlève les aspérités les

plus grosses, puis on passe au sable pour unir la surface en promenant une pierre siliceuse sur toute son étendue. Après ce traitement la plaque est mise à sécher. On repasse ensuite à la pierre ponce pour enlever les défauts qui pourraient apparaître.

Le polissage se fait au tripoli que l'on applique sur un linge et qu'on promène à sec après avoir passé un pinceau enduit d'huile d'olives. On polit aussi quelquefois en passant de la sanguine et de l'eau de savon ou un morceau de verre rodé.

Les coquilles d'œufs broyées et mêlées d'eau donnent une matière pouvant encore servir pour le broyage. On étale sur la plaque et frotte avec un morceau de liège ou de cuir dur. Les prêles servent aussi pour le polissage, on les emploie dans les parties dures.

En huilant légèrement puis essuyant et passant une solution de cire dans la térébenthine on a un beau brillant. Il est inutile, quand il s'agit de marbre blanc, de passer de l'huile de lin au préalable, le brillant s'acquiert simplement par le passage de la solution de cire.

179. — En gâchant du plâtre avec de l'eau renfermant de la colle on a une masse qui présente, après solidification, une coloration jaunâtre. La matière est dure et brillante et son aspect rappelle celui de l'ivoire. En trempant une composition de cet ordre dans une solution de sulfate d'alumine, ou bien une décoction de noix de Galles, il se forme à la surface une combinaison insoluble avec la colle. Le sel d'alumine encollé ou l'acide tannique encollé rend la masse très résistante à l'action de l'eau ou du savon. On arrive à un résultat analogue en immergeant

la composition dans une solution chaude de colle bichromatée. La lumière active la réaction.

Par suite de son aspect jaunâtre, ce genre de produit est employable à la confection de bustes, de bibelots de tout genre et de petits objets.

Au moment de couler on a soin d'huiler l'intérieur du moule ; la pièce sort avec un certain éclat.

A la colle on peut ajouter des matières colorantes pour préparer des masses colorées.

180. **Stuc.** — Le stuc s'obtient avec les compositions servant à l'imitation du marbre blanc, seulement il s'emploie différemment.

On trouve en effet le stuc comme formant des motifs d'ornementation obtenus au moyen d'une couche continue soit sur des plafonds, soit sur des garnitures de portes ou bien encore le long des murs. Il est nécessaire, pour que le stuc puisse s'appliquer et tenir que la surface sur laquelle on doit le poser ait subi un certain travail préparatoire. On commence par appliquer une couche de plâtre que l'on unit et polit. Une fois déterminées les places où l'on doit poser des motifs, on applique aux endroits du plomb en feuilles minces que l'on façonne à la main au profil voulu et qui servira de support à la masse du motif.

Le motif est obtenu au moyen de moules en plâtre. On introduit alors dans le moule un fragment de plomb en feuilles, assez long pour dépasser des deux côtés le moule de 2 centimètres, puis par dessus on pose un morceau de tissu grossier et on coule du plâtre. Une fois le tout solidifié, on sort du moule, coupe le tissu en excès et fixe le motif au moyen du plomb et de chevilles.

Uue fois toutes les parties du motif placés sur la surface à décorer, on répare les manques et les parties défectueuses, les joints, etc. d'ordinaire. On passe une couche de plâtre après le réparage, puis applique sur le tout de la colle, du vernis à la caséine ou encore, s'il s'agit de l'intérieur d'un édifice, du vernis copal.

Si les motifs ne sont pas destinés à rester blancs, on les peint ou les dore avant de passer la couche de colle ou de vernis.

181. **Annalithe.** — C'est une composition formée de plâtre très cuit en morceaux à laquelle on ajoute 75 % de sable siliceux et 75 % de laitier de hauts fourneaux en poudre. On mélange le tout et lui ajoute de l'eau de manière à en faire une bouillie liquide. Coulé dans des formes ce mélange fait prise rapidement et devient très dur.

On peut colorer la masse par des additions convenables.

182. — Une autre composition due à Piotti comprend du plâtre auquel on incorpore de la magnésie et du borax, puis un corps de remplissage comme du sable ou de la poudre de marbre.

On fond d'abord 150 grammes de magnésie avec 1 500 grammes de borax. Le résultat de la fonte est réduit en poudre et additionné de 75 grammes de plâtre. Le tout forme un liant auquel on peut ajouter du sable. La matière résiste assez bien aux intempéries.

183. — Le ciment de Schötter est un produit du

même genre que l'on obtient en mélangeant à l'état de poudre :

Plâtre très cuit en morceaux	6 parties
Débris de briques.	3 »
Laitier de haut fourneau	4 »

On mélange avec de l'eau pour en faire une bouillie à laquelle on peut incorporer avant l'emploi 2 parties de limaille de fer.

Cette composition est coûteuse par suite de l'introduction du fer en limaille, aussi ne peut-elle être employée que comme ciment.

184. — Scott a proposé pour confectionner des matériaux artificiels d'ajouter à de la chaux vive un peu de plâtre et de se servir de ce mélange pour agglomérer du sable.

On prend :

Chaux vive	100 parties
Plâtre.	5 »
Sable à grains vifs.	200 à 300 »

On mêle d'abord le tout, le délaye dans l'eau et presse dans des moules à briques. Au bout de 24 heures le tout a pris de la consistance, mais la masse se laisse encore rayer par l'ongle. Placées dans l'eau, les briques ainsi obtenues augmentent de dureté jusqu'à égaler celle du ciment.

Dans le ciment original de Scott on prend :

Plâtre en morceaux	100 parties
Calcaire	75 »

et l'on chauffe le tout au rouge clair.

La masse est ensuite moulue de manière à laisser des grains et transformée en bouillie aussi peu liquide que possible. Le mélange durcissait lentement et pouvait servir de mortier.

Additionné de sable quartzeux le ciment Scott donnait un bon produit peu coûteux.

D'après Lehner, (3) les fabriques de soude qui exploitent le procédé Leblanc pourraient s'inspirer de ce qui précède pour tirer parti des sous-produits qui les encombrent. Ces sous-produits renferment de l'oxysulfure de calcium entre autres. En chauffant fortement cet oxysulfure avec du calcaire en atmosphère oxydante, on aurait un ciment du genre de celui de Scott qui, additionné de sable, pourrait servir à former des pierres.

185. **Ciments mixtes au plâtre**. — Le plâtre ajouté à de la chaux en petite quantité peut former un ciment peu coûteux et dont on peut tirer parti. Par exemple, on éteint de la chaux vive de manière à la réduire en poudre complètement, puis on lui ajoute 5 % de plâtre et on incorpore de l'eau à la masse. On a soin de ne pas mettre un excès de liquide pour que le mélange garde assez de consistance. Le tout est bien mélangé pendant quelques minutes. Ensuite on incorpore du sable à la masse. On a ainsi une sorte de mortier que l'on peut charger en sable et qui devient très dur.

Les inventeurs qui ont proposé d'ajouter à la chaux de l'acide sulfurique ou du sulfate de fer n'ont pas changé grand chose au procédé. Tout cela revient à former du sulfate de chaux dans la masse, seulement dans le cas d'addition de sulfate ferreux la masse est colorée en brun,

par suite de la peroxydation de l'oxyde ferreux déplacé par la chaux.

Warner a imaginé une composition du même ordre qu'il obtient au moyen de laitier, de phosphate de chaux naturel et de plâtre.

186. **Tripolithe** — Schenk a appelé ainsi un ciment à base de plâtre et de dolomie calcinée, ce qui donne une matière analogue au ciment de Scott, sauf que la chaux est partiellement remplacée par de la magnésie.

187. **Ciment de plâtre de de Wylde.** — Le procédé est basé sur l'emploi d'une solution de silicate de potassium étendue et qui, par suite de son exposition à l'air, renferme du carbonate.

On la prépare commodément en dissolvant dans un litre d'eau 200 grammes de silicate de potassium et 50 grammes de carbonate de potassium ; la liqueur pèse alors 1,20 au densimètre. On casse le plâtre en petits morceaux avant de l'introduire dans le liquide pour faciliter l'imprégnation, puis une fois bien imbibés les morceaux sont séchés et cuits entre 150 et 250°. On pulvérise ensuite la masse.

188. — La pierre à plâtre additionnée de pierre à chaux, 20 % environ, et cuite fortement, donne après broyage une poudre qui ne fait prise que très lentement, mais prend en revanche une grande dureté. En incorporant à la masse du sable à grains vifs ou des roches siliceuses on a une matière particulièrement résistante.

VIII. AGGLOMÉRÉS MAGNÉSIENS

189. — La magnésie possède des propriétés hydrauliques reconnues depuis longtemps. Macleod en 1826, Vicat en 1836 et Pasley en 1847[1] signalaient le fait sans pourtant en tirer une application. C'est Sainte-Claire Deville (C. R. 1865, II, 368) en 1865 qui, dans son travail sur l'hydraulicité de la magnésie, attire à nouveau l'attention sur ces propriétés intéressantes.

Quand on arrose avec de l'eau de la magnésie provenant de la calcination du chlorure de magnésium, la magnésie devient dure au point qu'elle raye le marbre, dont elle a le poids spécifique et la solidité. En plaques minces, elle est transparente. Cette magnésie ayant été abandonnée pendant six ans à l'air, on put constater que ni sa texture ni sa résistance n'avaient varié. Sa composition était alors la suivante :

Eau	27,7
Acide carbonique	8,3
Alumine et oxyde de fer	0,3
Magnésie	51,1
Silice	5,6

Il s'était donc formé à la longue un hydrate analogue à la brucite qui s'était partiellement transformé en carbonate.

La magnésie ne peut être employée qu'à la condition d'avoir une certaine densité. Obtenue à basse température, la magnésie est pulvérulente et, mélangée avec l'eau,

[1] Feichtinger, 1.

elle ne forme qu'une masse gélatineuse. Pour avoir une magnésie dense capable de s'hydrater convenablement, il faut chauffer la magnésie jusqu'au rouge clair. Par contre, si l'on maintient de la magnésie au blanc pendant douze heures on a une matière qui n'a plus les mêmes propriétés. Réduite en poudre et mélangée d'eau, elle forme une pâte qui ne durcit plus, même après une très longue exposition à l'air.

190. **Marmorine.** — J. Lohpe a breveté sous ce nom un produit qui convient très bien à la confection des objets d'art de petites dimensions.

L'agglomérant est ici un sel basique de magnésie. La masse se compose en effet de magnésie cuite à une température pas très élevée, simplement suffisante pour le départ du gaz carbonique, à laquelle on ajoute du sulfate de magnésie en solution à la densité de 1,190.

La magnésite et le sulfate sont pris par parties égales et bien mélangés. La masse est alors coulée dans des moules huilés où on la laisse durcir. Au lieu de magnésie pure on peut prendre de la magnésie additionnée de substances de remplissages, comme le sable, le marbre pulvérisé, etc. Par l'addition de colorants on aura naturellement des produits plus ou moins fortement teintés.

La marmorine supporte bien les intempéries. Elle se polit aisément et prend beaucoup d'éclat.

IX. AGGLOMÉRÉS CALCAIRES ET MAGNÉSIENS

191. — D'après ce que nous avons dit des propriétés de la chaux et de la magnésie il devait fatalement venir

à l'esprit d'étudier des produits renfermant de la chaux et de la magnésie.

M. Sainte-Claire Deville avait signalé qu'un mélange de craie ou de marbre et de magnésie, tous deux en poudre fine, pouvait donner avec l'eau une pâte plastique et facile à mouler. En abandonnant la masse quelque temps sous l'eau, on arrivait à la transformer en une matière d'une extraordinaire solidité. Cette composition était très appropriée pour la confection de statuettes.

Il n'est pas économique de mélanger de la chaux et de la magnésie, tandis qu'on peut trouver dans la nature des minéraux comme la dolomie qui renferme de la chaux et de la magnésie associées à de l'acide carbonique.

La dolomie $Ca\,CO^3 + Mg\,CO^3$ est formée, quand elle est pure, de 54,21 % de carbonate de chaux et 45,79 % de carbonate de magnésium.

Quand on la chauffe faiblement, Sainte-Claire Deville et Hauenschild ont observé que seul le carbonate de magnésie se décompose, tandis que le carbonate de chaux demeure inaltéré. Le résultat de cette décomposition partielle est une matière blanche qui fait prise rapidement sous l'eau en formant une masse d'une dureté extraordinaire.

En calcinant la dolomie à une température un peu plus élevée de manière à amener la production de chaux vive en petite quantité, l'hydratation se produit encore, mais si la dolomie est chauffée assez haut pour que tout l'acide carbonique soit chassé, la masse ne s'hydrate plus comme on pourrait le croire. L'action de l'eau ne détermine pas de réaction et si l'on cherche à hydrater la masse pulvérisée, on ne constate presque aucune élévation de température. Pourtant cette poudre se délaye dans l'eau en formant

une bouillie analogue à celle que donne le plâtre dans les mêmes conditions, et cette bouillie coulée dans des moules durcit à la longue. La résistance de la composition durcie fait que l'ongle ne peut plus la rayer.

M. Glasenapp[1] a cherché à tirer parti de ce dernier phénomène et a proposé d'employer de la dolomie calcinée pour faire des modèles pour les moules au lieu du plâtre. On peut en effet utiliser cette dolomie calcinée mais il faut avoir soin de régler convenablement la quantité d'eau à ajouter, car avec un excès d'eau le retrait est très grand et l'on a à craindre des fissures. Le démoulage ne s'opère qu'au bout de quelque temps car les objets n'ont encore qu'une faible consistance. Au bout de quelque temps, ils ont une dureté suffisante pour supporter le démoulage. La dureté ne fait du reste qu'augmenter avec le séjour à l'air.

Les réactions qui accompagnent la prise se passent en trois périodes. Au début, la chaux s'hydrate pendant que la magnésie n'agit que lentement. Dans la seconde phase, il y a élimination de l'eau par le moule. La troisième période ne se passe que plus tard alors que les pierres sont exposées à l'air ; la chaux fixe du gaz carbonate. La magnésie joue un rôle bien moins actif ; elle s'hydrate et n'absorbe l'acide carbonique que très lentement.

192. — Lehner indique un procédé spécial pour obtenir des pierres calcomagnésiennes.

On prend une solution limpide de chlorure de calcium que l'on précipite par le carbonate de soude. Une fois le précipité déposé, on décante le liquide clair et lave avec de

[1] FEICHTINGER, 2.

l'eau le carbonate de chaux ainsi obtenu. On verse alors le carbonate sur une toile de lin de manière à la débarrasser le plus possible de la quantité d'eau en excès qu'il renferme. Ce carbonate de chaux, mélangé de magnésie calcinée, donne une composition qui ne le cède en rien au marbre pour la beauté et la dureté une fois qu'elle a fait prise.

La composition préparée avec le carbonate de chaux et la magnésie doit renfermer assez d'eau pour avoir une consistance analogue à celle de la pâte à pain. On la débite en lames au moyen de cylindres et la moule sous pression. Après la pressée, on retourne la pièce sur un support et la démoule avec soin ; on l'abandonne ensuite à l'air où elle durcit. On termine la prise en plongeant les pièces dans l'eau.

193. **Carrarite.** — Lehner appelle ainsi une pierre artificielle très semblable d'aspect au marbre de Carrare et qu'il prépare de la manière suivante :

On broie de la magnésie très finement et la cuit entre 700 et 800°. La matière est alors traitée par l'eau, agitée avec ce liquide et abandonnée ensuite à elle-même. Au bout de quelque temps il s'est fait un dépôt au fond du vase. On enlève alors ce dépôt et le presse pour en chasser l'excès d'eau ; il reste alors une masse plastique que l'on peut presser dans les moules.

Le moule n'est ensuite ouvert que lorsque la magnésie a pris une dureté suffisante. Il est prudent de laisser sécher à l'abri des poussières car la magnésie encore humide fixerait facilement ces dernières. A l'air libre on n'enlèverait qu'une partie de l'eau qui reste à l'état libre, aussi faut-il opérer la dessiccation au séchoir.

Les produits ne restent pas sous forme de magnésie hydratée. On les transforme en carbonate de magnésie et pour cela on les enferme dans une chambre où brûle une corbeille de coke. Une fois carbonatée, la matière a tout à fait changé d'aspect. Au lieu d'une masse crayeuse on a affaire à une matière cristalline, qui a perdu son opacité et est devenue translucide.

CHAPITRE IV

PIERRES ARTIFICIELLES AGGLOMÉRÉES PAR DES SILICATES OU DES OXYCHLORURES

194. — Parmi les diverses réactions pouvant amener à produire un corps solide cimentant les grains devant former la pierre, il n'y en a guère que deux ayant trouvé un emploi dans la pratique.

Les silicates alcalins, en réagissant sur certains oxydes ou sels, donnent par double échange un silicate qui sert de ciment, aussi a-t-on proposé l'emploi de silicate de soude dans de nombreuses formules.

D'autre part, des oxydes en présence du chlorure correspondant forment des oxychlorures insolubles ; cette réaction nette, surtout avec les oxydes de magnésium et de zinc, a servi de base également à un certain nombre de procédés.

I. AGGLOMÉRÉS AU SILICATE DE SOUDE

195. — Le silicate de soude, que l'on trouve dans le commerce sous forme liquide, n'est pas chimiquement un composé très défini. Il se comporte dans les réactions qui nous intéressent comme un silicate de sodium, aussi n'avons-nous pas besoin de discuter s'il faut le considérer comme une solution de silice dans la soude ou bien comme un véritable composé en dissolution dans l'eau.

Mêlé à un certain nombre de substances, il peut contri-

buer à la formation de masses qui durcissent simplement par carbonatation de la soude et mise en liberté de silice qui vient agglomérer le tout. Dans d'autres mélanges il joue en même temps le rôle de silicatisant si, parmi les matières qui se trouvent en contact avec lui, il y a des substances capables de se combiner avec la silice.

196. — C'est à Ransomé que l'on doit les premières tentatives faites pour agglomérer des poussières minérales avec le silicate de soude.

Il prit son premier brevet en 1861. Il indique alors que la craie, mélangée ou non de sable, durcit quand on l'imprègne de silicate de soude et dans un second brevet il insiste sur la nécessité de bien imprégner la masse. Les produits moulés à la presse sont ensuite séchés légèrement et passés dans un bain de chlorure de calcium. Le silicate de chaux ainsi formé vient cimenter la masse et lui donner de la solidité. Ce silicate s'étant formé aux dépens du chlorure de calcium et du silicate de soude, il reste dans la pierre du chlorure de sodium qu'il faut éliminer par lavage. C'était un défaut du procédé.

Une modification apportée plus tard consiste à partir d'un mélange de sable, de ciment Portland, de craie et d'une sorte de silice soluble dans la soude. La masse est additionnée de silicate de soude et devient plastique. Cet état dure assez longtemps pour que l'on puisse façonner. A la longue, la matière durcit.

D'après Ransomé, en opérant ainsi, le silicate de soude agit sur la chaux du ciment et perd de la soude en donnant du silicate de chaux. Cette soude attaque à son tour la silice et le silicate se trouve régénéré.

Les pierres ainsi obtenues imitaient le marbre.

197. — Pour avoir des matériaux artificiels de construction, le Dr Meyer a breveté le mode opératoire suivant :
On moule le mélange ci-dessous :

Débris de minéraux	4000
Calcaire en poudre	528
Argile calcinée	60
Silicate de soude	130-150

Une fois moulés, les produits sont séchés à 50°.

178. — Voici encore une formule de marbre artificiel. On moule et sèche la composition suivante :

Débris de minéraux.	280
Calcaire en poudre	140
Feldspath calciné en poudre	3
Carbonate de zinc calciné	5
Fluorure de calcium	2
Phosphate de calcium	2
Silicate de potasse	40

199. **Pierre Highton.** — La *Victoria Stone Company* a exploité un procédé dont voici la marche. On ajoute à 4 parties de débris de granit une partie de ciment Portland, puis suffisamment d'eau pour former une masse pâteuse. La pâte est ensuite moulée et abandonnée quatre jours dans des formes, puis deux jours dans le silicate de soude.

La particularité du procédé consiste dans la fabrication du silicate de soude.

On traite par une lessive de soude une pierre siliceuse que l'on trouve à Farnham. Quand les pierres moulées ont séjourné dans la solution de silicate, elles ont pris de la silice et mis en liberté de l'alcali.

La liqueur résiduelle du traitement au silicate de soude est donc redevenue alcaline. On la soumet alors à une digestion avec la pierre de Farnham. Elle lui prend de la silice et redonne du silicate de soude utilisable pour une nouvelle opération.

Les produits de la *Victoria Stone Company* sont bons pour la confection de carreaux, briques, marches, etc.

Ainsi faite, la pierre résiste bien à l'humidité et la gelée. A l'épaisseur de 5 centimètres elle supporte 500 kilogrammes par centimètre carré [1].

200. **Ecume de mer artificielle.** — On trouve dans la nature un silicate magnésien $2MgO3\ SiO^2 + 4H^2O$ qui se présente sous forme de masses rognonnées de faibles dimensions.

Ces rognons se rencontrent généralement dans du calcaire ou des serpentines en masses dépassant rarement la grosseur d'une tête d'homme.

L'écume de mer ou magnésite est compacte, opaque, terne et blanche. Elle laisse un trait brillant et happe à la langue. On s'en sert beaucoup dans la fabrication des pipes.

Comme l'écume de mer de belle qualité est relativement peu abondante, on a cherché à tirer parti des débris provenant de sa taille.

Les déchets d'écume sont broyés au mortier en évitant le contact du fer ou de métal. On pulvérise finement la poudre sortant du mortier et la lave par décantation. Il reste une boue blanchâtre qui ne pourrait s'agglomérer par elle-même. On emploie comme liant du silicate d'alu-

[1] GRANGER, 5.

mine récemment précipité, obtenu en précipitant une solution de :

Silicate de soude à 28° B.	25
Eau pure	50

Une fois le précipité déposé, on lave par décantation pour enlever les sels solubles.

Pour faire le mélange, on ajoute le lait d'écume de mer au silicate d'alumine précipité, provenant de l'opération précédente. On compte pour 100 parties d'écume de mer à l'état sec 20 à 30 parties de silicate d'alumine. Plus la quantité de cet agglomérant est grande, plus la matière est dure et facile à polir. Le mélange, une fois rendu homogène, est à l'état de bouillie que l'on enferme dans des sacs de toile de lin dans lesquels la masse s'égoutte.

Avant d'être moulé, on chauffe le mélange, sorti des sacs, dans un chaudron, jusqu'à ce que l'eau entre en ébullition. La masse est devenue alors assez fusible pour être coulée dans les moules.

201. — On a également proposé, pour composer de l'écume de mer artificielle, le procédé suivant qui se rapproche plus que le précédent de la véritable écume de mer par la composition du produit obtenu.

L'agglomérant est encore un silicate d'alumine précipité ; mais ce silicate renferme de la magnésie dans ce nouveau procédé. Pour fabriquer cet agglomérant, on commence par préparer les solutions suivantes :

I	Silicate de soude à 28° B.	50
	Eau	200
II	Sulfate de magnésie	50
	Eau	100

III	Alun ammoniacal	5
	Eau	50
IV	Soude caustique	10
	Eau	25

On verse dans une cuve, munie d'un agitateur, d'abord la solution I, puis les solutions II, III et IV. L'agitation est continuée sans interruption pendant 40 à 60 minutes. La masse liquide est alors passée dans un récipient de bois perforé, garni d'une toile, où il s'égoutte, puis on lave à fond le produit restant. Après lavage complet, la masse est chauffée comme précédemment ; elle est prête pour le moulage.

202. — Le moulage s'opère dans des cadres en bois faits comme les moules à briques ordinaires, mais possédant un fond mobile en bois ou en tôle étamée. Ce fond est percé de petits orifices comme un tamis. On place dans chaque moule, en outre, une toile de lin qui en épouse la forme.

On remplit alors ces derniers jusqu'aux bords et, une fois que l'eau en excès s'est écoulée, on applique la toile sur le dessus, puis un couvercle que l'on charge avec une brique ordinaire. Au bout de 24 heures, la matière s'est solidifiée ; on peut alors enlever les formes et retirer la brique de la toile qui l'entourait. Les briques ainsi faites sont mises dans un séchoir à température aussi constante que possible où elles demeurent pendant quelques semaines. La dessiccation dans un séchoir chauffé demande des précautions que ne nécessite pas le séchoir à l'air libre ; toutes les douze heures au moins, on doit retourner les briques, de manière à ce que l'évaporation puisse se faire sur toutes les faces. Il y a intérêt en outre à ne pas sécher trop rapidement car

l'écume de mer artificielle devient d'autant plus dure qu'elle a séché plus lentement.

Ces briques d'écume de mer peuvent convenir aux mêmes usages que l'écume de mer naturelle et se travailler comme elles. L'intérêt de ce procédé est naturellement de permettre de tirer parti des déchets.

203. **Pierre Struck.** — Struck a proposé et breveté un procédé de fabrication de pierres artificielles dans lequel intervient un silicate alcalin comme liant.

Voici deux exemples de compositions pour la fabrication de tels produits :

	I	II
Minéraux concassés	280	280
Craie	140	140
Calamine calcinée	5	6
Feldspath calciné	3	3
Fluorure de calcium	2	1,5
Phosphate de chaux	2	—
Silicate de soude	—	40
Silicate de potasse	40	—

Les matériaux que l'on introduit sous forme de roches pulvérisées sont très variables. En prenant du marbre en poudre on arrive à une substance formant un marbre artificiel. Au point de vue de la valeur du produit obtenu, il faut se rappeler que le marbre a comme dureté 3, le fluorure de calcium 4 et la calamine le degré 8. Avec des composants aussi hétérogènes on a fatalement une matière

qui ne se laisse pas tailler facilement et dont le polissage est délicat.

L'auteur n'a pas indiqué quel rôle jouait la calamine ; il n'a donné également aucun éclaircissement en ce qui concernait l'emploi du phosphate de chaux (est-ce une apatite ou une phosphorite qu'il faut prendre ou du phosphate des os).

L'inventeur a indiqué aussi une autre composition :

Sable	4000
Calcaire	528
Argile déshydratée par la chaleur	60
Silicate de soude	130-150

Les pierres ainsi faites ont les inconvénients que nous avons signalés plus haut : il se produit du carbonate de soude qui vient cristalliser en houppes à la surface. Pour éviter cette efflorescence fâcheuse il faut laver les pierres une fois faites, afin d'éliminer ce sel par une solution de :

Alun exempt de fer.	25
Eau pure	50

Les matières premières réduites en poudre sont mêlées, puis additionnées de silicate alcalin et mélangées rapidement, ce qui est important car la solidification d'une semblable composition est rapide. On introduit ensuite le mélange dans des moules, le presse fortement et le sèche, d'abord à l'air, puis à 50°.

204. **Pierres calcaires agglomérées au silicate de soude.** — L'emploi de silicate de soude comme agglo-

mérant de matières calcaires, telles que la chaux, la craie, présente certains inconvénients car, si la silice du silicate contribue à la formation de silicate de chaux, le carbonate de soude qui se forme au contact de l'air est un sel soluble excessivement gênant, qui vient cristalliser et imprégner la masse.

L'addition de sels de calcium n'offre aucun avantage à ce point de vue. Si, par exemple, on part d'un lait de chaux renfermant du chlorure de calcium en dissolution, on ne trouve à cela aucun avantage puisque par double échange on a du chlorure de sodium, sel également soluble et par conséquent aussi gênant que le carbonate.

II. AGGLOMÉRÉS AU CIMENT MAGNÉSIEN

205. — Le ciment magnésien, appelé encore ciment Sorel ou mastic de pierres, n'est pas un ciment à proprement parler et un ciment que l'on puisse employer mélangé d'eau pour servir de mortier. Il se compose de magnésie cuite en poudre fine que l'on mêle à une solution de chlorure de magnésium, de manière à faire une bouillie qui, au bout de peu de temps, se solidifie en masse. Il se forme un oxychlorure $MgO + MgCl^2$ et la masse prend une belle couleur blanche, pure. Elle est dure et possède un vif éclat. La solidification de la masse a lieu en peu de temps et la masse devient alors semblable à du marbre, aussi a-t-on cherché des procédés pour colorer cette belle matière, de manière à pouvoir ; grâce à elle faire des simili pierres moins coûteuses que les pierres naturelles.

En coulant la masse sur une plaque polie, on obtient

une surface brillante dont l'éclat rappelle le marbre taillé. L'addition de colorants lui permet de prendre la teinte que l'on veut.

Les phénomènes qui accompagnent la solidification ont été diversement interprétés. Alors que divers auteurs se contentent d'y voir la simple formation de l'oxychlorure Mg^2OCl^2, d'autres ont décrit des oxychlorures tels que $MgCl^2.5MgO, 17H^2O$ et $MgCl^2.9MgO.24H^2O$.

206. — Pour obtenir le ciment magnésien économiquement, on part du carbonate de magnésie naturel (magnésite ou giobertite). On broie le minéral dans un moulin de manière à le réduire en poudre fine et l'on chauffe cette poudre en moufles vers 600°. Il n'est pas utile de dépasser cette température à laquelle tout l'acide carbonique se dégage. Si l'on a l'utilisation du gaz carbonique, on ne le laisse pas perdre dans l'atmosphère ; dans ce cas, la calcination s'effectue dans des cornues de fer.

Le chlorure de magnésium est obtenu en dissolvant le carbonate dans l'acide chlorhydrique. La solution s'emploie à la concentration de 15 à 20° Baumé.

207. — Comme le ciment magnésien n'est qu'un agglomérant, il ne sert pas à former le corps de la pierre mais simplement à en réunir les grains. Les substances proposées pour former des pierres artificielles au moyen du ciment magnésien sont très nombreuses.

En général, on emploie de 50 à 60 % du corps à agglomérer auquel on ajoute 40 à 50 % de magnésie calcinée.

Les matières une fois bien mélangées sont introduites dans une solution de chlorure de magnésium et bien

agitées. On emploie le mélange sous forme de masse très plastique. Cette composition durcit très rapidement.

La résistance des agglomérés au ciment magnésien dépend de la concentration de la solution de chlorure de magnésium. Le maximum de solidité s'obtient avec :

Magnésie calcinée.	10
Solution de chlorure de magnésium à 80 °/₀ . .	6

208. **Cajalithe.** — D'après Feichtinger (3) on aurait donné ce nom à un produit à base de ciment magnésien. Lehner (4) décrit la cajalithe comme formée de magnésie et silice.

209. **Albolithe.** — L'albolithe[1] est encore un produit à base de ciment magnésien. L'inventeur Riemann le fabrique en calcinant de la magnésie dans un four à cornues, puis ajoutant à la masse du chlorure de magnésium et de la silice amorphe. Le mélange doit avoir la consistance d'une bouillie plus ou moins claire suivant la température à laquelle on travaille. Au bout de 6 heures environ, la masse est devenue complètement dure. Une fois que cette matière a pris assez de consistance pour se rayer encore avec l'ongle, il se produit un dégagement de chaleur assez sensible, pouvant donner une élévation de température de plus de 100° si la masse est importante. L'albolithe ne résiste pas à l'action prolongée de l'eau.

Lehner[2] décrit l'albolithe comme un simple aggloméré de silice amorphe et magnésie obtenu sans addition de ciment.

[1] FEICHTINGER, 4.
[2] LEHNER, 5.

210. — Le ciment magnésien a été vivement combattu dans ces derniers temps et un journal allemand[1] a publié une étude critique de ce produit que nous croyons utile de mettre sous les yeux de nos lecteurs.

« Il y a des gens encore aujourd'hui qui cherchent des améliorations au ciment de magnésie. De nombreux brevets qui concernent le ciment de magnésie en sont la preuve et il ne se passe guère de semaine sans qu'un brevet soit demandé au sujet de ciment à base de magnésie ou d'un mélange magnésien, ou bien au sujet de l'obtention d'un ciment de cet ordre. Pour celui qui a vu de près le ciment magnésien et qui s'est occupé spécialement de l'obtention de ce liant, il n'y a pas de doute que l'on n'ait pas pu arriver à préparer un ciment magnésien exempt de reproches et de volume invariable.

Dans tous les ciments magnésiens on n'a trouvé qu'une source de pertes d'argent qui, d'année en année, ont pu se chiffrer par des centaines de mille francs. Aucun ciment n'a un volume invariable et, comme l'expérience l'a montré, il n'y a aucune raison pour que l'on puisse arriver à faire un ciment magnésien de volume invariable. La constance du volume est une qualité primordiale pour un ciment. Le pire c'est que le ciment magnésien gonfle plus ou moins tardivement et finit par se briser. Supposons qu'il s'agisse d'une plaque de revêtement en ciment magnésien ; elle durera peut-être un an ou deux, puis la plaque, unie à l'origine, commencera à se gondoler et à se fendre. Quels que soient le mode et le procédé d'obtention, ce gondolement sera un avertisseur d'une destruction complète d'ici peu de temps.

[1] *Tonindustrie Zeitung 1906*, 1333 et *Ciment, chaux, plâtre, 1907*, 31.

L'inventeur, le plus souvent, n'a aucun soupçon au début que les carreaux qu'il a façonnés ne puissent avoir toutes les qualités désirables et tout va bien jusqu'au moment où arrivent les réclamations.

Ce manque de constance de volume est une propriété fâcheuse inhérente au ciment magnésien et qui condamne son emploi dans le bâtiment.

On pourrait s'imaginer que ces faits sont très connus, il n'en est rien ; aussi avons-nous cru bon de faire connaître cette critique complète qui est la condamnation du procédé pour mettre en garde ceux qui se laisseraient tenter par un mode d'obtention facile de produits dont ils ne soupçonnent pas le manque de stabilité possible ».

III. CIMENT ZINCIQUE

211. — Au lieu de faire agir de la magnésie sur du chlorure de magnésium, c'est-à-dire un oxyde sur le chlorure correspondant, on peut mettre en présence de l'oxyde de zinc et du chlorure de zinc. Il se forme dans ces conditions un oxychlorure de zinc qui se solidifie rapidement et prend de la dureté. Le ciment zincique ainsi fait est plus cher que le ciment magnésien et ne peut trouver d'emploi que dans un cercle assez restreint. Il sert plutôt d'agglomérant pour fabriquer des produits destinés à la confection d'objets d'art que pour composer des masses devant servir de matériaux de construction.

La matière elle-même est dure.

L'oxyde de zinc très fin que l'on trouve dans le commerce convient très bien comme qualité mais il est beaucoup trop léger. L'oxyde de zinc calciné a plus de densité

et se prête beaucoup mieux que le précédent à la fabrication d'un ciment.

On prépare le ciment à l'oxychlorure de zinc en ajoutant de l'oxyde de zinc à une solution de chlorure de zinc. Cet oxyde de zinc doit être exempt de carbonate ; aussi est-il bon de le calciner fortement et après ce traitement par la chaleur de le conserver dans des récipients fermant bien.

212. — On a fait des pierres agglomérées au ciment zincique avec différentes matières. On peut citer, parmi elles, les pierres de poudre de verre.

Ce genre de pierre est fait en ajoutant à l'oxyde de zinc la moitié de son poids de verre en poudre. Une fois ces deux corps mélangés, on verse dans le mélange le chlorure de zinc préalablement dissous. La préparation de la masse se fait en tous points comme celle des pierres au ciment magnésien.

La prise des compositions à base d'oxychlorure de zinc est relativement rapide, aussi faut-il opérer vivement le moulage une fois le mélange fait. On a la ressource pourtant de ralentir la prise en ajoutant au chlorure de zinc du borax. Dans la solution concentrée de chlorure de zinc on verse alors suffisamment de borax dissous à saturation dans l'eau, pour que le poids spécifique de la solution descende à 1,5 ou 1,6.

213. — Les produits cimentés à l'oxychlorure de zinc sont très résistants, mais leur résistance présente des différences avec celle des produits magnésiens du même ordre. Certaines compositions peuvent bien prendre rapidement une dureté surpassant celle du marbre, tandis que

d'autres ne durcissent que lentement, arrivant tout au plus à présenter la résistance du plâtre.

Ces inconvénients tiennent à ce que l'oxyde de zinc absorbant facilement l'acide carbonique, si l'on emploie un oxyde de zinc carbonaté, plus ou moins, on introduit dans la composition un corps inerte faisant fonction de corps de remplissage et n'exerçant aucune action chimique, puisque le carbonate ne forme pas d'oxychlorure avec le chlorure de zinc.

214. — Sous le nom de pierres Ferwer, on a désigné des produits obtenus en agglomérant des débris de pierres avec un sel basique de zinc.

Voici comment l'auteur a décrit la conduite du procédé.

On mélange, intimement, d'abord 5 parties de marbre en poudre avec 1 partie de bleu d'outremer. Le mélange est ensuite humidifié avec suffisamment d'eau pour faire une pâte que l'on étale en bandes ayant 1 centimètre d'épaisseur au moyen d'un cylindre. Ces croûtes sont abandonnées ensuite à la dessiccation, puis on les badigeonne d'une solution aqueuse saturée de sulfate de zinc. Ce réactif est appliqué tant qu'il est absorbé mais sans toutefois provoquer le ramollissement de la masse. On procède après cela à un nouveau séchage. Une fois séchée complètement, la masse est trempée dans une solution de sulfate de zinc maintenue vers 64°, de manière à bien l'imprégner. Au bout de cinq heures d'immersion, la matière est devenue plus dure que le marbre ; elle se prête alors au polissage. La composition a tout à fait l'aspect alors du lapis-lazuli.

Lehner qui a examiné ce procédé déclare que la masse de marbre en poudre et d'outremer n'a pas la consistance

que lui indique l'auteur, qu'elle se pulvérise au moment où on la trempe dans le sulfate de zinc. Il propose de modifier un peu le procédé et d'agglomérer le tout avec une solution de colle de peaux à 1 °/₀ : On fait ainsi une pâte collante que l'on presse dans des moules. Ces moules sont de simples cadres en bois que l'on pose sur une glace, et dont les montants ont 12 millimètres environ. La composition durcit et l'on obtient ainsi des plaques ayant environ 1 centimètre d'épaisseur. La colle a donné au mélange suffisamment de solidité pour que l'on puisse le tremper dans le sulfate de zinc sans difficulté. Par l'emploi d'une glace pour faire le fond du cadre on a un beau poli.

On a recommandé aussi, pour donner de la dureté à ces produits, de tremper les plaques ainsi faites dans une solution étendue de silicate de soude de manière à bien les en imprégner. On sèche ensuite les plaques de champ, et l'on enlève avec une éponge humide les efflorescences salines qui peuvent se développer. Les plaques durcies au silicate ont un éclat vitreux et ne présentent plus le beau poli des précédentes. En substituant au silicate du borax, on a un poli rappelant celui du marbre.

CHAPITRE V

AGGLOMÉRÉS DIVERS A BASE DE CONSTITUANTS OU D'AGGLOMÉRANTS DE NATURE ORGANIQUE

215. — Les produits divers examinés jusqu'ici sont tous de nature minérale tant comme matière agglomérée que comme liant. Dans ce chapitre nous allons examiner un certain nombre de compositions dans lesquelles on met à contribution des produits organiques, soit pour former la pierre artificielle, soit pour servir d'aggloméant.

I. PRODUITS A AGGLOMÉRANTS ORGANIQUES

216. **Agglomérés d'oxyde de plomb et de glécérine** — La litharge en contact avec la glycérine produit une combinaison susceptible de prendre une grande dureté. Si l'on opère avec une glycérine un peu concentrée le durcissement de la masse s'opère si rapidement, qu'il est impossible de mouler le mélange convenablement, la masse étant déjà dure quand on l'introduit dans le moule En étendant la glycérine avec de l'eau, le durcissement est plus lent et se trouve d'autant plus retardé que la glycérine est plus hydratée.

La litharge doit s'employer à un grand état de division pour donner de bons résultats ; on a d'excellents produits en employant de la litharge lévigée.

Les rapports les meilleurs dans lesquels il faut prendre les composants sont les suivants :

Eau	2 volumes
Glycérine concentrée	5 »

On laisse refroidir le mélange et l'on en emploie 120 centimètres cubes pour 100 grammes de litharge.

Le moyen le plus pratique de bien mélanger le tout est de mêler la masse dans une capsule de porcelaine en l'agitant jusqu'à ce qu'elle forme pâte. Si l'on n'opère que sur de petites quantités, on peut la pétrir à la main, mais cela n'est pas à recommander pour des poids un peu notables. Il vaut mieux alors la cylindrer.

La composition a pris alors la consistance et la plasticité du mastic de vitrier. C'est alors qu'on la porte dans les moules où on la presse fortement. Au bout de deux jours elle a pris la consistance voulue pour supporter le démoulage. La coloration des objets dépend de la couleur de la litharge employée.

Si l'on voulait fabriquer des masses colorées, il n'y a pas de grandes difficultés à surmonter car il suffirait d'incorporer à la glycérine des colorants, comme les couleurs d'aniline, qu'elle soit capable de dissoudre.

Les objets obtenus avec une composition de cet ordre sont évidemment lourds, et ne peuvent convenir qu'à des emplois très restreints comme la fabrication de camées, de boutons de porte ou de porte-manteaux, etc.

Cette composition plombeuse peut trouver une utilisation plus sérieuse dans l'établissement des fondations sur lesquelles doivent reposer des machines ayant une grande vitesse de rotation. Le ciment ainsi fait est évidemment cher, mais il n'est pas cassant comme le ciment ordinaire.

Pour diminuer le prix de revient on peut évidemment incorporer dans le mélange des corps inertes, mais cette introduction de matériaux de remplissage se fait aux dépens de la solidité générale. De plus, le ciment glycéro-plombeux ne se prête pas comme le ciment ordinaire à l'agglomération de grandes quantités de corps inertes.

217. **Agglomérés à l'aide d'asphalte.** — L'asphalte est un agglomérant qui convient très bien pour la confection de pierres artificielles. Liquide, il imprègne facilement les corps avec lesquels il se trouve en contact et les réunit facilement une fois qu'il s'est solidifié.

218. — La fabrication d'agglomérés à base d'asphalte ne présente pas de grandes complications ; on fond d'abord l'asphalte et une fois qu'il est devenu suffisamment liquide, on l'additionne de la matière qui doit constituer la pierre. La masse est ensuite bien mélangée et portée dans des moules où elle est fortement pressée.

La matière minérale est prise sous forme de grains à arêtes vives et de sable fin, ce dernier servant à remplir les vides.

	I	II	III
Carbone	88,51	80,0	77,84
Hydrogène	11,49	9,0	8,93
Oxygène	—	—	11,54
Azote	—	0,40	1,70
Soufre	—	10,0	—

I provient de la Trinité, II et III sont des asphaltes de la mer Morte.

Les asphaltes bruts renferment en plus des matières minérales.

On compose, par exemple, le mélange ainsi :

Cailloux concassés	150
Sable	5
Asphalte	95
Goudron	5

L'asphalte est d'abord fondu dans un chaudron après addition du goudron. Quand le mélange est bien liquide, on y incorpore les ingrédients solides et mélange le tout. On porte alors dans les moules et soumet à une forte pression, puis laisse refroidir.

219. **Pierre Dörrite.** — On sait que le goudron répandu sur les chemins entre dans le sol de quelques centimètres et forme avec la matière pierreuse une couche élastique, imperméable à l'eau. Cette propriété du goudron d'agglomérer facilement les débris minéraux a amené plusieurs inventeurs à chercher un procédé de fabrication des pierres artificielles basé sur l'emploi du goudron comme agglomérant.

On appelle pierres de Dörrit (*Dörritsteine*), du nom de leur inventeur M. Dorr, des matériaux fabriqués à Germersheim avec des cailloux pris dans le Rhin.

Le goudron est d'abord purifié de l'eau et des huiles légères par distillation jusqu'à 140-150°. Les cailloux sont ensuite brisés au concasseur et séchés complètement dans des appareils appropriés. On mélange alors les matières dans un tambour. Ce dernier appareil est chauffé pendant que s'opère le mélange.

Quand l'opération est terminée, la masse arrive sur une balance automatique. Là, la masse divisée en quantités

mesurées est envoyée dans des moules et soumise à la compression au moyen d'une presse hydraulique. On donne 400 grammes par centimètre carré : ce qui provoque une liaison complète. Les pièces moulées, briques ou plaques, sortent encore chaudes de la presse.

On emploie de 17 à 20 de goudron pour 83-80 % de cailloux siliceux. La masse, par suite de sa forte teneur en silice, est très dure.

Bien faites, ces pierres donnent une surface toujours unie, sans suintement du goudron.

220. — Lœw a employé dans la fabrication des agglomérés un savon résineux et des hydrocarbures lourds. Il a pu, avec un agglomérant de cet ordre et de la poussière des rues, faire des pierres offrant une dureté appréciable.

La poussière que l'on ramasse dans les rues est constituée principalement de débris du pavage qui forme la chaussée.

Le savon résineux s'obtient en chauffant de la résine avec de la chaux ; il se forme ainsi un résinate ayant une certaine résistance à l'état solide. On peut lui incorporer comme matières premières de la pierre artificielle des débris de roches, de la terre cuite, du plâtre, de la chaux, etc.

On commence par broyer au moulin les matières pierreuses et le savon résineux calcaire, de manière à former un mélange intime pulvérulent dont on remplit des moules. Ceux-ci sont alors portés à 150-160° assez longtemps pour que toute la masse ait pris cette température. Dans ces conditions, le savon résineux fond et colle tous les grains.

Une variante du procédé consiste à faire le savon résineux calcaire en même temps que le durcissement. Pour cela, on ajoute aux débris à agglomérer de la résine de pin et de la chaux en quantité convenable, puis on broie

le mélange. La masse est alors moulée et chauffée ensuite ; le savon résineux se produit alors. On peut aussi chauffer le mélange avant le moulage ; la masse reste pâteuse pendant suffisamment de temps pour permettre le façonnage, si l'on a soin de l'introduire dans des moules préalablement chauffés à 100°.

Voici des exemples de compositions :

	I	II
Poussière de la rue	78	—
Sable fin	—	40
Chaux vive	5	4
Calcaire	—	20
Colophane	17	20
Argile	—	16

Le mélange I est destiné à la confection de carreaux de dallage, le II convient pour la tuyauterie.

221. — En employant des colorants sur lesquels la chaux n'a pas d'action, on a facilement des pierres colorées. Il suffit d'incorporer ces ingrédients dans le mélange.

	III	IV	V
Sable fin	80	60	64
Poussière de la rue	—	18	—
Craie	—	—	12
Chaux vive	4	4	4
Colophane	17	18	18
Cinabre	—	—	2

La composition III donne des pierres artificielles jaunies, IV et V des pierres gris foncé et rouges.

L'introduction de gros sable blanc modifie heureusement la structure de la pierre qui prend alors l'apparence du marbre ; on peut également la teinter en bleu vert en suivant la composition VII et en rouge chair la composition VIII.

	VI	VII	VIII
Sable blanc en gros grains . .	30	28	28
Craie	42	42	42
Bleu d'outremer	—	2	1
Cinabre.	—	—	1
Chaux vive.	4	4	4
Colophane	24	24	24

II. PRODUITS CONSTITUÉS PAR UNE MATIÈRE ORGANIQUE AGGLOMÉRÉE PAR UN CIMENT MINÉRAL.

222. **Xylolithe.** — On a donné ce nom à un aggloméré de débris de bois. La sciure convient très bien pour cette préparation. On la tamise d'abord pour en séparer les fragments trop gros. Si la sciure renfermait par trop de poussière, on la débarrasserait de la matière pulvérulente au moyen d'un séparateur. L'appareil est formé d'un récipient, dans lequel la sciure est renfermée, et qui la laisse tomber dans une boîte traversée par un courant d'air horizontal. Les particules les plus fines sont enlevées par l'air

et les grains les plus gros tombent sans déviation de leur route. En réglant convenablement la vitesse de l'air on obtient un grain plus ou moins gros.

En employant pour la confection de la xylolithe de la sciure un peu grosse, on a un produit qui rappelle assez bien le bois par sa structure. Au contraire, le produit fabriqué avec de la sciure très fine a un tout autre aspect.

Les sciures de tous les bois n'ont évidemment pas les mêmes propriétés, on voit donc qu'il est possible de préparer une quantité assez considérable de variétés suivant que l'on emploie telle ou telle espèce de bois à des états différents de finesse.

Les sciures provenant des bois blancs fournissent un produit très blanc ou simplement teinté de jaune dont le poids est très faible. Avec les bois foncés on a naturellement des masses de couleur foncée et dont le poids spécifique est plus élevé.

Au lieu de faire la xylolithe au moyen de sciure de bois, on peut aussi la composer avec de la pâte de bois, cette pâte ayant été blanchie ou non à la vapeur.

La cellulose, si les frais de sa préparation n'étaient pas trop élevés, ferait une matière première excellente pour la xylolithe ; elle fournirait une matière superbe.

Dans les usines où l'on prépare les extraits tanniques ou les extraits de bois colorants, on a à sa disposition des déchets de bois très convenables pour la fabrication qui nous occupe. Il convient d'abord d'éliminer par lavage toutes les matières solubles.

223. — En se servant de bois différents, on a naturellement des produits de qualités et d'aspect bien distincts. Mais, malgré la variété des bois, on peut désirer fabriquer

un produit ayant une coloration toute spéciale et bien différente de celle que l'on obtient avec un bois naturel.

L'obtention de xylolithe colorée ne présente pas de bien grandes difficultés. On peut partir d'un bois coloré au préalable, ou incorporer à la composition de bois et de ciment magnésien, un colorant convenable. Pour colorer le bois on l'immerge dans un bain de colorant que l'on prépare en trempant le bois dans une solution à 1 ou 2 % d'alun. Immergé dans ce bain le bois devient apte à se charger de matière colorante. Au lieu d'alun, on peut prendre du chlorure d'étain, et cette substitution est bonne pour certaines couleurs, mais le chlorure d'étain est cher relativement et n'est à recommander que dans quelques cas particuliers. Le bois mordancé est alors apte à subir la teinture. On le plonge alors dans un bain de colorant bien chaud où il s'imprègne facilement de couleur et assez puissamment pour que le lavage n'ait sur lui aucune action décolorante.

Le quercitron donne facilement du jaune. Les extraits de bois rouges sont très bons aussi pour ce genre de teinture. Le ton est beaucoup plus beau avec le sel d'étain qu'avec le sulfate d'alumine ; on peut par économie mordancer avec un mélange des deux sels et obtenir encore une jolie teinte.

Pour obtenir du bleu, on doit opérer un peu différemment. Le bois est mordancé avec une solution de sulfate de fer faiblement acidifiée par l'acide azotique ; on le passe ensuite dans une solution de ferrocyanure de potassium. Il se forme ainsi du bleu de Prusse très adhérent au bois.

En combinant la teinture en jaune et en bleu, c'est-à-dire en teignant en bleu du bois déjà teint en jaune, on a du bois vert.

On teint le bois en noir en mordançant d'abord au sulfate de fer, puis traitant par la noix de galle. Pour avoir un beau ton, on ajoute un peu d'extrait de bleu et une faible quantité de bichromate de potasse.

Aux couleurs naturelles et aux colorants minéraux on peut substituer des matières colorantes dérivées du goudron de houille. Elles donnent des tons particulièrement vifs et beaux.

On prépare alors une solution de colle renfermant 2 à 3 kilogrammes pour 10 litres et on l'étend ensuite de 90 litres d'eau. C'est dans cette solution de colle que l'on trempera d'abord les copeaux ou débris de bois. Ils adhèreront entre eux une fois sortis de la cuve, mais ils sont faciles à séparer. Pour les teindre, il n'y a plus qu'à les immerger dans un bain de matière colorante.

La coloration préalable du bois a l'avantage de ne pas charger la masse de colorant qui vient en augmenter le poids, le colorant étant toujours plus lourd que le bois.

224. — Pour préparer la xylolithe, il faut préparer un mélange intime et bien homogène de débris de bois et de ciment magnésien.

La magnésie est employée à l'état de poudre fine ; on la mélange à la sciure de bois au moyen d'un appareil mécanique.

Il n'est pas nécessaire de prendre de grandes quantités de composés magnésiens pour agglomérer la masse. Pour 10 parties de sciure de bois, une partie de magnésie et la quantité correspondante de chlorure de magnésium suffisent pour avoir un produit possédant une grande dureté.

En forçant un peu la dose de magnésie on a des pro-

duits ayant un aspect pierreux beaucoup plus prononcés : par exemple, en prenant 5 à 6 parties de sciure pour une partie de magnésie et une addition de chlorure de magnésium en rapport avec la quantité de magnésie.

Pour mélanger les deux poudres, il est commode de se servir d'un tambour tournant. On ajoute d'abord à la magnésie son poids de sciure et l'on fait tourner quelque temps, puis l'on fait une addition d'une nouvelle dose de sciure et l'on tourne encore. On fait ainsi une série d'additions séparées jusqu'à ce que toute la sciure soit incorporée à la magnésie. Si l'on avait l'intention d'introduire dans la masse un colorant, on mélangerait d'abord ce colorant avec la magnésie, puis mêlerait le tout avec la sciure.

Le mélange des composants solides une fois terminé, on lui ajoute la solution de chlorure de magnésium et le soumet à l'action d'un mélangeur ou d'un malaxeur.

La quantité de chlorure de magnésium à ajouter se calcule aisément ; il faut une molécule de chlorure pour une molécule de magnésie.

Comme le bois absorbe pas mal d'eau, on commence d'abord par ajouter de l'eau pure et ce n'est qu'après que la masse est passée à l'état de pâte que l'on introduit le chlorure de magnésium. Le mieux est de ne pas prendre une solution trop concentrée et de ne l'ajouter que par petites portions. Une fois la masse devenue un peu ferme, on procède au façonnage.

225. — La composition renferme une assez grande quantité d'eau, elle est de plus assez élastique. Il sera nécessaire pour avoir une masse un peu dense de faire agir une pression assez puissante et de la maintenir jusqu'au

moment où la combinaison de l'oxyde de magnésium et de chlorure de magnésium aura eu lieu. On se sert de moules métalliques et l'on exerce la pression au moyen d'une presse à vis. S'il s'agissait de faire de grosses pièces, comme des plaques, il faudrait remplacer la presse à vis par une presse hydraulique.

Prenons par exemple la fabrication de plaques ayant 100 × 50 × 0,20 centimètres. On se servira d'abord pour supporter le système d'une plaque de fer sur laquelle on posera des cadres de même métal ayant 100 × 50 centimètres de surface et une hauteur de 40 à 50 millimètres. On remplit alors les cadres de composition préparée comme nous venons de le dire et recouvre chaque cadre d'une plaque de fer munie de rebords de manière à laisser dans le cadre une hauteur de xylolithe correspondant à l'épaisseur que l'on veut obtenir. On place ainsi une série de plaques garnies de cadres les unes sur les autres et les soumet à l'action d'une presse hydraulique. On presse lentement et maintient la pression jusqu'à ce que la prise du ciment magnésien ait eu lieu. Le temps nécessaire pour la prise se détermine expérimentalement pour chaque sorte de composition.

Les objets qui sortent de la presse présentent un poids relativement élevé car ils sont encore chargés d'une assez grande quantité d'eau. Il faut les faire sécher, mais en ayant soin de ne pas mettre les pièces en contact les unes avec les autres; le mieux est de les séparer avec des lattes. La dessiccation à l'air ne suffit pas pour enlever toute l'eau, on termine alors le séchage dans des séchoirs artificiellement chauffés.

La masse ainsi obtenue est poreuse. Pour rendre la surface étanche, on passe sur les objets une couche d'un

lait de magnésie additionnée de chlorure de magnésium. Les pores sont ainsi bouchés par l'oxychlorure de magnésium formé.

On peut également détruire la porosité au moyen d'autres composés que le ciment magnésien. La caséine, la colle, la paraffine conviennent parfaitement ; à ces matières il est facile d'incorporer un colorant si on le désire.

226. — La xylolithe a l'aspect pierreux ; elle est dure et peu lourde. Sa résistance au feu est assez grande et, comme elle est mauvaise conductrice de la chaleur, elle forme un excellent isolant.

La xylolithe se laisse scier, percer et tourner comme un bois dur. Son travail est assez facile car, par suite de sa dureté, elle n'éclate pas.

Ce produit résiste assez bien au feu.

On a employé la xylolithe à de nombreux usages : pour faire des plaques, des motifs ornementaux, des plaques de mosaïque. Elle s'assemble facilement avec du ciment magnésien.

227. **Briques de liège.** — On n'utilise naturellement, pour une fabrication de cet ordre, que les débris provenant du façonnage des bouchons par exemple.

Leur industrie a pris naissance en Allemagne où un des premiers brevets, si ce n'est le premier, a été pris par la société Grünzweig et Haartmann à Ludwigshafen, en 1882.

Les débris de liège sont d'abord réduits à la dimension de haricots ou de petits pois, puis l'on en fait une bouillie que l'on additionne d'un lait de chaux et d'argile.

Cette bouillie est ensuite pressée et les briques ainsi moulées sont séchées à 120-150[1]. On a ainsi des briques très poreuses et excessivement légères.

Une brique ne pèse que 600 grammes et a un poids spécifique de 0,3. La résistance à la pression n'est que de 2,8 kilogrammes par centimètre carré.

Ces briques sont de très mauvais conducteurs de la chaleur, comme le liège ; elles ne résistent que jusqu'à 180°.

Ces propriétés isolantes les désignent pour toute une série d'emplois où un corps mauvais conducteur de la chaleur est nécessaire.

228. — Un autre mode opératoire consiste à réduire le liège en poudre et à mêler la poudre avec une solution de savon concentrée. On la triture avec le liquide jusqu'à ce que l'eau de savon l'ait complètement imprégnée. Cette poudre, ainsi préparée, est alors séchée soigneusement. Une fois sèche, elle a gardé sa structure pulvérulente. On la mêle alors avec de l'eau de chaux assez épaisse. Sur la masse, on répand encore de la chaux en poudre, puis on trempe la masse dans un bain de silicate de soude étendu. On sèche le tout une dernière fois.

Cette composition pulvérulente ne se laisse alors pas presser en cet état, mais à chaud, la pression la transforme en une masse solide capable de bien résister aux actions extérieures. On se sert de moules en fonte ou laiton polis, bien graissés avant le moulage. Comme il faut une action énergique, on se sert d'une presse hydraulique.

[1] TH. KOLLER, 1.

Suivant la finesse du liège, les briques auront une surface unie ou rugueuse.

229. — On peut appliquer à la surface de ces briques une couche de liège en poudre qui leur donne l'apparence de briques uniquement formées de liège. Pour cela on prépare une solution de deux parties de colle, d'une part. En même temps, on chauffe au bain-marie une partie de vernis à l'huile de lin, auquel on ajoute en une fois une partie de colophane, dissoute dans de l'esprit de vin, renfermant 0,5 partie de térébenthine. On mélange en agitant au bain-marie.

Cette composition s'applique sur les briques que l'on laisse ensuite sécher jusqu'à ce qu'il se forme une croûte. On pose alors du liège en poudre sur les briques et presse une seconde fois.

On rend les briques de liège imperméables en leur appliquant une couche d'asphalte. Pour cela, l'asphalte est fondu jusqu'à ce qu'il ait pris la fluidité voulue. On plonge alors les briques dans le liquide par la surface qui doit supporter l'action de l'humidité.

III. AGGLOMÉRÉS DE NATURE ORGANIQUE

230. **Briques de liège et asphalte.** — Ces briques trouvent un emploi dans la construction de parois isolantes légères. Elles sont faites de débris de liège agglomérés avec de l'asphalte.

Le liège est d'abord brisé dans un broyeur comme celui que nous avons indiqué à propos des briques de liège agglomérées à la chaux, puis on introduit dans de

l'asphalte fondu le liège pulvérisé grossièrement. Il est important de ne pas chauffer trop haut l'asphalte fondu : d'une part, pour en éviter l'inflammation et, d'autre part, pour ne pas gâter le liège qui deviendrait cassant. En moyenne, le liège demande le double de son poids d'asphalte. La masse chaude est introduite dans les moules. Ceux-ci ont la forme d'une boîte en métal. On les remplit de composition, unit la surface et rabat le couvercle que l'on maintient solidement avec des vis. Une fois refroidie, la brique sort aisément du moule.

231. **Agglomérés de déchets de tannerie.** — On mélange à 1 ou 2 volumes de chaux vive ou de mortier 3 volumes de déchets de cuir et 4 à 10 volumes d'eau. La composition se laisse mouler. On la sèche ensuite à l'air.

232. **Produits cellulosiques.** — Pour imiter le stuc dont le peu de flexibilité rend le travail pénible, on a pensé à lui substituer des compositions à base de papier mâché ou encore de matières ligneuses que l'on façonne à la presse. Les ornements ainsi fabriqués ont l'avantage d'offrir une certaine souplesse et de pouvoir se fixer solidement, même dans les parties cintrées. En ayant le soin d'imprégner ces applications de craie encollées, une fois posées sur du plâtre, ces dernières ne se distinguent plus du stuc.

CHAPITRE VI

ESSAI DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Pour déterminer la valeur d'un produit devant servir dans la construction il faut un certain nombre de données qui sont nécessaires pour être fixé sur ses qualités.

233. **Forme et dimensions.** — L'établissement de ces données a une importance assez considérable dans la fabrication des matériaux artificiels car le produit fabriqué, par suite de ses transformations intenses, n'a plus les dimensions qu'il avait au moment du moulage.

Il faut connaître la valeur du retrait et tenir compte au besoin des valeurs du retrait dans les diverses directions. Dans les produits céramiques, par exemple, pendant la cuisson, le retrait horizontal n'a pas la même valeur que le retrait vertical. Il est facile, quand la fabrication est régulière et que le retrait est bien établi, de déterminer rapidement la longueur a donner à une pièce pour qu'elle ait une longueur déterminée une fois faite.

Prenons comme exemple une pièce de terre cuite. On déterminera d'abord la valeur du retrait en cuisant une baguette moulée avec soin et mesurée au sortir du moule. Une seconde mesure après cuisson indiquera la valeur du retrait pour la longueur de la baguette ; il est facile de là d'en tirer la valeur du retrait. Au lieu d'une baguette de longueur connue, on peut se servir d'une plaque sur laquelle on aura tracé en creux une ligne limitée par deux

traits. On mesurera au compas, ou avec un pied à coulisse, la distance des deux traits avant cuisson et après cuisson.

Cette valeur du retrait connue, il est facile, par une simple construction géométrique, de déterminer la longueur que doit avoir en cru une pièce pour qu'elle corresponde à une dimension donnée.

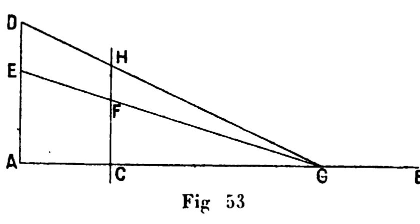


Fig 53

Sur la droite AB on élève en A et en C deux perpendiculaires. On porte ensuite sur A une longueur AD représentant la dimension en cru d'un pièce connue et une longueur AE la longueur de la même pièce après cuisson. Portons maintenant à partir de C la longueur CF correspondant à la longueur désirée. Joignons EF et prolongeons jusqu'à la rencontre en G avec AB. En joignant maintenant GD le point de rencontre H avec CF déterminera la longueur à donner en cru pour avoir CF une fois cuit.

234. **Poids spécifique réel et apparent.** — Le poids spécifique π apparent est le poids de l'unité de volume du corps avec les cavités qu'il renferme. On le détermine quand on connaît le poids p du corps à l'air libre et le volume V. On sait que l'on a :

$$\pi = \frac{p}{V}.$$

Le poids p s'obtient aisément ; le volume ne s'établit

commodément que si la forme du morceau servant à la détermination est régulière. Dans le cas où le fragment est irrégulier, le plus simple est de mesurer à l'aide d'un vase gradué le volume d'eau qu'il déplace, en ayant soin de ne faire cette détermination que sur le corps saturé d'eau au préalable. Un voluménomètre comme celui de Seger est tout indiqué.

L'appareil imaginé par Seger (fig. 54) se compose d'un flacon de verre auquel est adaptée une burette *a*. Le bouchon *c* est traversé par un tube *b* et maintenu par un collier de plomb *g*. On commence par remplir l'appareil de liquide et l'on en introduit au moyen de *b* une quantité suffisante pour dépasser un trait *m* ; au moyen du robinet *e*, on fait couler suffisamment de liquide pour faire affleurer le niveau dans le tube *b* en *m*. On lit alors quelle division de la burette *a* se trouve sur la même horizontale. Le corps dont on veut mesurer le volume a été d'abord immergé dans le liquide de manière à en être saturé (ce qui demande de 1 à 2 heures). On aspire par le tube de caoutchouc. adapté en *f*, du liquide de manière à remplir la boule supérieure aux 3/4 et on ferme de manière à laisser un vide dans l'appareil, puis après avoir enlevé le couvercle on introduit le corps essuyé extérieurement. Le couvercle étant remis en place, on laisse alors couler

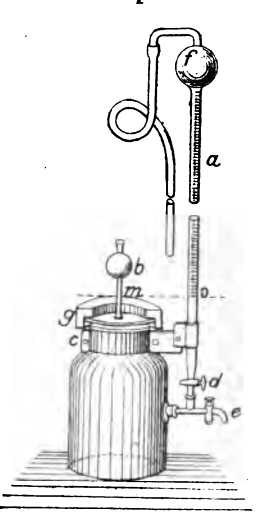


Fig. 54

du liquide de manière à revenir au niveau m. Au bout de 10 minutes on lit à nouveau et l'on fait redescendre du liquide si cela est nécessaire. Le nombre de centimètres cubes lu alors au-dessus de l'horizontale passant par m exprime le volume du corps.

Pour déduire de ce volume V le volume v réellement occupé par le corps, sans tenir compte de ses pores, on commence par déterminer le poids du corps absolument sec. Le corps sec est saturé d'eau, essuyé et pesé, ce qui permet de comparer les poids p du corps sec et π saturé d'eau. L'eau absorbée a donc pour poids $\pi - p$ et le véritable volume v du corps est $v - (\pi - p)$. Le poids spécifique vrai D sera $\frac{p}{v - (\pi - p)}$. Si $v - (\pi - p)$, que nous appellerons a pour abréger, a été calculé pour 1 centimètre cube du corps, nous dirons que les pores représentent $\frac{100\,a}{v}$ p. 100 du volume du corps.

Le voluménomètre de Ludwig peut rendre les mêmes services. Le liquide déplacé est pesé et non mesuré. Il se compose d'un cylindre, muni d'un robinet latéral et fermé par un couvercle conique. Ce couvercle est maintenu par un anneau de plomb et à sa partie supérieure il porte un entonnoir avec un trait. L'appareil une fois rempli jusqu'au trait, on vide une partie de l'eau dans un récipient taré de manière à pouvoir ouvrir le cylindre sans perte. On introduit alors le corps, referme et complète le remplissage avec de l'eau écoulée. Ce qui reste dans le vase taré est pesé ; on a ainsi le volume de l'eau occupé par le corps.

Le poids spécifique réel D est le rapport du poids du corps à son volume vrai. On opère souvent sur le corps

réduit en poudre, mais il est difficile ainsi d'éviter des bulles d'air adhérentes. Un procédé pratique consiste à chercher le poids spécifique au moyen de la différence de poids du corps sec et du corps imprégné d'eau à saturation.

235. **Résistance à la compression.** — On écrase avec une presse des cubes de matériaux ; il n'y a qu'à observer au moment de la rupture la pression indiquée.

236. **Résistance à la traction.** — L'échantillon est pris entre deux mâchoires dont l'une est fixe et l'autre mobile. L'écartement des mâchoires est déterminé par le mouvement du piston d'une presse hydraulique.

237. **Résistance à l'usure.** — Les essais de dureté se font aisément au moyen de la machine de Böhme. La machine se compose d'un plateau de fer horizontal, tournant A, sur lequel on appuie au moyen d'un levier, maintenu par un poids C, le corps à étudier fixé en B. En mettant de l'émeri sur un plateau, on accentue l'action du frottement. Pour un essai, on jettera 20 grammes d'émeri au début de l'expérience et on renouvellera la charge tous les 22 tours. Au bout de 110 tours, on pèsera le corps (déjà pesé avant l'expérience) pour connaître la perte de poids. On recommencera quatre fois cette opération, de sorte que l'on

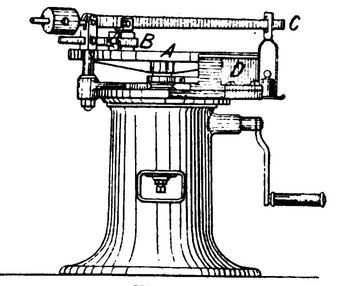


Fig. 55

fera en tout 440 tours. La dureté s'exprime rapportée au centimètre carré.

238. **Résistance au gel.** — Il est bon dans certains cas de connaître comment se comportent, sous l'action des basses températures, les produits destinés à la construction.

L'appareil de Belubsky est très commode pour ce genre de déterminations. Il est composé d'une boîte en bois revêtue de feutre extérieurement, dans laquelle on place deux boîtes plus petites. La boîte centrale reçoit les échantillons à étudier, la boîte extérieure est remplie de sciure de bois pour isoler la seconde boîte qui contiendra le mélange réfrigérant.

Pour faire une détermination, on immerge d'abord les échantillons dans l'eau, puis les expose au froid pendant 15 à 16 heures. Une fois gelés, on les trempe dans l'eau pendant 7 à 8 heures. On répète le gel et le dégel 25 fois.

Sur les échantillons ainsi traités, on détermine alors la résistance à l'écrasement et l'on compare avec celle trouvée sur des échantillons non gelés.

BIBLIOGRAPHIE

—

APPERT. 1. *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 1902, p. 745.

BLONDEL. 1. *Ciment, chaux, plâtre*, 1906, I. p. 61.

COOK. 1. *Geological survey*, 1905.

FEICHTINGER. 1. Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien, 1885, p. 356.

2. *Loc. cit.*, p. 357.

3. *Loc. cit.*, p. 359.

4. *Loc. cit.*, p. 359.

GLASENAPP. 1. *Ciment, chaux, plâtre*, 1906. I., p. 47, et *Tonindustrie Zeitung*, 1904, p. 406 et 1906, p. 469.

GRANGER. 1. La Céramique industrielle, 1905, p. 20, et *Moniteur scientifique*, 1902, p. 798.

2. La Céramique industrielle, 1905, p. 361, et *Bull. Soc. Encouragement*, 1900, p. 335.

3. La Céramique industrielle, 1905, p. 249.

4. *Moniteur scientifique*, 1902, p. 786, et Progrès réalisés dans l'industrie du verre.

5. *Moniteur scientifique*, 1902, 791.

HENRIVAUX. 1. Le verre et le cristal, pl. XXX.

KOLLER. 1. Künstliche Baumaterialien, p. 19.

IPPERSEEL. 1. *La Céramique*, 1900-1901 et 1901-1902.

LAMBERT. 1. Fabrication des faïences fines en Angleterre, 1865, p. 231.

LEFÈVRE. 1. *La Céramique*, 1906, p. 125.

LE CHATELIER F. 1. *Ciment, chaux, plâtre*, 1906, I, p. 53.

LEHNER. 1. Die Kunsteine, p. 177.

2. *Loc. cit.*, p. 180.

3. *Loc. cit.*, p. 222.

4. *Loc. cit.*, p. 82.

5. *Loc. cit.*, p. 82.

Morel. 1. *Mercure scientifique*, 1906, p. 69.
Schwanenberg et Rinne. 1. *Tonindustrie Zeitung*, 1906.
Seldis. 1. *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1906, p. 181.
Stoch. 1. *Chemische Industrie*, 1903, XXVI, p. 381, et *Monit. scient.*, 1905, p. 534.
Vogt. 1. *Bull. Soc. Encouragement*, mai 1907.

Les titres en italiques correspondent à des périodiques, les autres à des ouvrages.

Périodiques principaux traitant des matériaux artificiels de construction.

La Céramique, Paris.
Ciment, chaux, plâtre, Paris.
Revue des matériaux de construction, Paris.
British Clay Worker, Londres.
Brick, Chicago.
Tonindustrie Zeitung, Berlin.

Ouvrages principaux traitant des matériaux artificiels de construction.

Julien Foy. La céramique de construction.
Léon Lefèvre. La céramique du bâtiment.
Albert Granger. La céramique industrielle.
K. Dümmler. Ziegelfabrikation.
Kerl, Hecht et Cramer. Handbuch der Tonwaarenindustrie.
Heusinger von Waldegg, Die Ton : Kalk und gips Industrie.
E. Stöffler. Die Kalksandstein fabrikation et la Pierre artificielle.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

CHAPITRE III

Pierres artificielles obtenues par hydration.

CHAPITRE IV

Pierres artificielles agglomérées par des silicates ou des oxychlorures.

CHAPITRE V

Agglomérés divers à base de constituants ou d'agglomérants de nature organique.

CHAPITRE VI

Saint-Amand (Cher). — Imp. Bussière.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE,

Nous avons entrepris la publication, sous la direction générale de son fondateur, le Dr Toulouse, Directeur à l'École des Hautes-Études, d'une ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE de langue française dont on mesurera l'importance à ce fait qu'elle est divisée en 40 sections ou Bibliothèques et qu'elle comprendra environ 1 000 volumes. Elle se propose de rivaliser avec les plus grandes encyclopédies étrangères et même de les dépasser, tout à la fois par le caractère nettement scientifique et la clarté de ses exposés, par l'ordre logique de ses divisions et par son unité, enfin par ses vastes dimensions et sa forme pratique.

I

PLAN GÉNÉRAL DE L'ENCYCLOPÉDIE

Mode de publication. — l'*Encyclopédie* se composera de monographies scientifiques, classées méthodiquement et formant dan leur enchaînement un exposé de toute la science. Organisée sur un plan systématique, cette Encyclopédie, tout en évitant les inconvénients des Traités, — massifs, d'un prix global élevé, difficiles à consulter, — et les inconvénients des Dictionnaires, — où les articles scindés irrationnellement, simples chapitres alphabétiques, sont toujours nécessairement incomplets, — réunira les avantages des uns et des autres.

Du Traité, l'*Encyclopédie* gardera la supériorité que possède un

ensemble complet, bien divisé et fournissant sur chaque science tous les enseignements et tous les renseignements qu'on en réclame. Du Dictionnaire, l'*Encyclopédie* gardera les facilités de recherches par le moyen d'une table générale, l'*Index* de l'*Encyclopédie*, qui paraîtra dès la publication d'un certain nombre de volumes et sera réimprimé périodiquement. L'*Index* renverra le lecteur aux différents volumes et aux pages où se trouvent traités les divers points d'une question.

Les éditions successives de chaque volume permettront de suivre toujours de près les progrès de la science. Et c'est par là que s'affirme la supériorité de ce mode de publication sur tout autre. Alors que, sous sa masse compacte, un traité, un dictionnaire ne peut être réédité et renouvelé que dans sa totalité et qu'à d'assez longs intervalles, inconvénients graves qu'atténuent mal des suppléments et des appendices, l'*Encyclopédie scientifique*, au contraire, pourra toujours rajeunir les parties qui ne seraient plus au courant des derniers travaux importants. Il est évident, par exemple, que si des livres d'algèbre ou d'acoustique physique peuvent garder leur valeur pendant de nombreuses années, les ouvrages exposant les sciences en formation, comme la chimie physique, la psychologie ou les technologies industrielles, doivent nécessairement être remaniés à des intervalles plus courts.

Le lecteur appréciera la souplesse de publication de cette *Encyclopédie*, toujours vivante, qui s'élargira au fur et à mesure des besoins dans le large cadre tracé dès le début, mais qui constituera toujours, dans son ensemble, un traité complet de la Science, dans chacune de ses sections un traité complet d'une science, et dans chacun de ses livres une monographie complète. Il pourra ainsi n'acheter que telle ou telle section de l'*Encyclopédie*, sûr de n'avoir pas des parties dépareillées d'un tout.

L'*Encyclopédie* demandera plusieurs années pour être achevée ; car pour avoir des expositions bien faites, elle a pris ses collaborateurs plutôt parmi les savants que parmi les professionnels de la rédaction scientifique que l'on retrouve généralement dans les œuvres similaires. Or les savants écrivent peu et lentement : et il est préférable de laisser temporairement sans attribution certains ouvrages plutôt que de les confier à des auteurs insuffisants. Mais cette lenteur et ces vides ne présenteront pas d'inconvénients, puisque chaque

livre est une œuvre indépendante et que tous les volumes publiés sont à tout moment réunis par l'*Index* de l'*Encyclopédie*. On peut donc encore considérer l'Encyclopédie comme une librairie, où les livres soigneusement choisis, au lieu de représenter le hasard d'une production individuelle, obéiraient à un plan arrêté d'avance, de manière qu'il n'y ait ni lacune dans les parties ingrates, ni double emploi dans les parties très cultivées.

Caractère scientifique des ouvrages. — Actuellement, les livres de science se divisent en deux classes bien distinctes : les livres destinés aux savants spécialisés, le plus souvent incompréhensibles pour tous les autres, faute de rappeler au début des chapitres les connaissances nécessaires, et surtout faute de définir les nombreux termes techniques incessamment forgés, ces derniers rendant un mémoire d'une science particulière inintelligible à un savant qui en a abandonné l'étude durant quelques années ; et ensuite les livres écrits pour le grand public, qui sont sans profit pour des savants et même pour des personnes d'une certaine culture intellectuelle.

L'*Encyclopédie scientifique* a l'ambition de s'adresser au public le plus large. Le savant spécialisé est assuré de rencontrer dans les volumes de sa partie une mise au point très exacte de l'état actuel des questions ; car chaque Bibliothèque, par ses techniques et ses monographies, est d'abord faite avec le plus grand soin pour servir d'instrument d'études et de recherches à ceux qui cultivent la science particulière qu'elle présente, et sa devise pourrait être : *Par les savants, pour les savants.* Quelques-uns de ces livres seront même, par leur caractère didactique, destinés à servir aux études de l'enseignement secondaire ou supérieur. Mais, d'autre part, le lecteur non spécialisé est certain de trouver, toutes les fois que cela sera nécessaire, au seuil de la section, — dans un ou plusieurs volumes de généralités, — et au seuil du volume, — dans un chapitre particulier, — des données qui formeront une véritable introduction le mettant à même de poursuivre avec profit sa lecture. Un vocabulaire technique, placé, quand il y aura lieu, à la fin du volume, lui permettra de connaître toujours le sens des mots spéciaux.

II

ORGANISATION SCIENTIFIQUE

Par son organisation scientifique, l'*Encyclopédie* paraît devoir offrir aux lecteurs les meilleures garanties de compétence. Elle est divisée en Sections ou Bibliothèques, à la tête desquelles sont placés des savants professionnels spécialisés dans chaque ordre de sciences et en pleine force de production, qui, d'accord avec le Directeur général, établissent les divisions des matières, choisissent les collaborateurs et acceptent les manuscrits. Le même esprit se manifestera partout : éclectisme et respect de toutes les opinions logiques, subordination des théories aux données de l'expérience, soumission à une discipline rationnelle stricte ainsi qu'aux règles d'une exposition méthodique et claire. De la sorte, le lecteur, qui aura été intéressé par les ouvrages d'une section dont il sera l'abonné régulier, sera amené à consulter avec confiance les livres des autres sections dont il aura besoin, puisqu'il sera assuré de trouver partout la même pensée et les mêmes garanties. Actuellement, en effet, il est, hors de sa spécialité, sans moyen pratique de juger de la compétence réelle des auteurs.

Pour mieux apprécier les tendances variées du travail scientifique adapté à des fins spéciales, l'*Encyclopédie* a sollicité, pour la direction de chaque Bibliothèque, le concours d'un savant placé dans le centre même des études du ressort. Elle a pu ainsi réunir des représentants des principaux Corps savants, Établissements d'enseignement et de recherches de langue française :

Institut.
Académie de Médecine.
Collège de France.
Muséum d'Histoire naturelle.
École des Hautes-Études.
Sorbonne et École normale.
Facultés des Sciences.
Facultés des Lettres.
Facultés de médecine.
Instituts Pasteur.
École des Ponts et Chaussées.
École des Mines.
Ecole Polytechnique.
Conservatoire des Arts et Métiers.
École d'Anthropologie.
Institut National agronomique.
École vétérinaire d'Alfort.
École supérieure d'Électricité.
École de Chimie industrielle de Lyon.
École des Beaux-Arts.
École des Sciences politiques.
Observatoire de Paris.
Hôpitaux de Paris.

III
BUT DE L'ENCYCLOPÉDIE

Au XVIIIe siècle, « l'Encyclopédie » a marqué un magnifique mouvement de la pensée vers la critique rationnelle. A cette époque, une telle manifestation devait avoir un caractère philosophique. Aujourd'hui, l'heure est venu de renouveler ce grand effort de critique, mais dans une direction strictement scientifique ; c'est là le but de la nouvelle *Encyclopédie.*

Ainsi la science pourra lutter avec la littérature pour la direction des esprits cultivés, qui, au sortir des écoles, ne demandent guère de conseils qu'aux œuvres d'imagination et à des encyclopédies où la science a une place restreinte, tout à fait hors de proportion avec son importance. Le moment est favorable à cette tentative ; car les nouvelles générations sont plus instruites dans l'ordre scientifique que les précédentes. D'autre part la science est devenue, par sa complexité et par les corrélations de ses parties, une matière qu'il n'est plus possible d'exposer sans la collaboration de tous les spécialistes, unis là comme le sont les producteurs dans tous les départements de l'activité économique contemporaine.

A un autre point de vue, l'*Encyclopédie*, embrassant toutes les manifestations scientifiques, servira comme tout inventaire à mettre au jour les lacunes, les champs encore en friche ou abandonnés, — ce qui expliquera la lenteur avec laquelle certaines sections se développeront, — et suscitera peut-être les travaux nécessaires. Si ce résultat est atteint, elle sera fière d'y avoir contribué.

Elle apporte en outre une classification des sciences et, par ses divisions, une tentative de mesure, une limitation de chaque domaine. Dans son ensemble, elle cherchera à refléter exactement le prodigieux effort scientifique du commencement de ce siècle et un moment de sa pensée, en sorte que dans l'avenir elle reste le document principal où l'on puisse retrouver et consulter le témoignage de cette époque intellectuelle.

On peut voir aisément que l'*Encyclopédie* ainsi conçue, ainsi réalisée, aura sa place dans toutes les bibliothèques publiques, universitaires et scolaires, dans les laboratoires, entre les mains des savants, des industriels et de tous les hommes instruits qui veulent se tenir

au courant des progrès, dans la partie qu'ils cultivent eux-mêmes ou dans tout le domaine scientifique. Elle fera jurisprudence, ce qui lui dicte le devoir d'impartialité qu'elle aura à remplir.

Il n'est plus possible de vivre dans la société moderne en ignorant les diverses formes de cette activité intellectuelle qui révolutionne les conditions de la vie ; et l'interdépendance de la science ne permet plus aux savants de rester cantonnés, spécialisés dans un étroit domaine. Il leur faut, — et cela leur est souvent difficile, — se mettre au courant des recherches voisines. A tous, l'*Encyclopédie* offre un instrument unique dont la portée scientifique et sociale ne peut échapper à personne.

IV

CLASSIFICATION DES MATIÈRES SCIENTIFIQUES

La division de l'*Encyclopédie* en Bibliothèques a rendu nécessaire l'adoption d'une classification des sciences, où se manifeste nécessairement un certain arbitraire, étant donné que les sciences se distinguent beaucoup moins par les différences de leurs objets que par les divergences des aperçus et des habitudes de notre esprit. Il se produit en pratique des interpénétrations réciproques entre leurs domaines, en sorte que, si l'on donnait à chacun l'étendue à laquelle il peut se croire en droit de prétendre, il envahirait tous les territoires voisins ; une limitation assez stricte est nécessitée par le fait même de la juxtaposition de plusieurs sciences.

Le plan choisi, sans viser à constituer une synthèse philosophique des sciences, qui ne pourrait être que subjective, a tendu pourtant à échapper dans la mesure du possible aux habitudes traditionnelles d'esprit, particulièrement à la routine didactique, et à s'inspirer de principes rationnels.

Il y a deux grandes divisions dans le plan général de l'*Encyclopédie* ; d'un côté les sciences pures, et, de l'autre, toutes les technologies qui correspondent à ces sciences dans la sphère des applications. A part et au début, une Bibliothèque d'introduction générale est

consacrée à la philosophie des sciences (histoire des idées directrices, logique et méthodologie).

Les sciences pures et appliquées présentent en outre une division générale en sciences du monde inorganique et en sciences biologiques. Dans ces deux grandes catégories, l'ordre est celui de particularité croissante, qui marche parallèlement à une rigueur décroissante. Dans les sciences biologiques pures enfin, un groupe de sciences s'est trouvé mis à part, en tant qu'elles s'occupent moins de dégager des lois générales et abstraites que de fournir des monographies d'êtres concrets, depuis la paléontologie jusqu'à l'anthropologie et l'ethnographie.

Étant donnés les principes rationnels qui ont dirigé cette classification, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir apparaître des groupements relativement nouveaux, une biologie générale, — une physiologie et une pathologie végétales, distinctes aussi bien de la botanique que de l'agriculture, — une chimie physique, etc.

En revanche, des groupements hétérogènes se disloquent pour que leurs parties puissent prendre place dans les disciplines auxquelles elles doivent revenir. La géographie, par exemple, retourne à la géologie, et il y a des géographies botanique, zoologique, anthropologique, économique, qui sont étudiées dans la botanique, la zoologie, l'anthropologie, les sciences économiques.

Les sciences médicales, immense juxtaposition de tendances très diverses, unies par une tradition utilitaire, se désagrègent en des sciences ou des techniques précises ; la pathologie, science de lois, se distingue de la thérapeutique ou de l'hygiène qui ne sont que les applications des données générales fournies par les sciences pures, et à ce titre mises à leur place rationnelle.

Enfin, il a paru bon de renoncer à l'anthropocentrisme qui exigeait une physiologie humaine, une anatomie humaine, une embryologie humaine, une psychologie humaine. L'homme est intégré dans la série animale dont il est un aboutissant. Et ainsi, son organisation, ses fonctions, son développement s'éclairent de toute l'évolution antérieure et préparent l'étude des formes plus complexes des groupements organiques qui sont offertes par l'étude des sociétés.

On peut voir que, malgré la prédominance de la préoccupation pratique dans ce classement des Bibliothèques de l'*Encyclopédie scientifique*, le souci de situer rationnellement les sciences dans leurs

rapports réciproques n'a pas été négligé. Enfin il est à peine besoin d'ajouter que cet ordre n'implique nullement une hiérarchie, ni dans l'importance ni dans les difficultés des diverses sciences. Certaines, qui sont placées dans la technologie, sont d'une complexité extrême, et leurs recherches peuvent figurer parmi les plus ardues.

Prix de la publication. — Les volumes, illustrés pour la plupart, seront publiés dans le format in-18 jésus et cartonnés. De dimensions commodes, ils auront 400 pages environ, ce qui représente une matière suffisante pour une monographie ayant un objet défini et important, établie du reste selon l'économie du projet qui saura éviter l'émiettement des sujets d'exposition. Le prix étant fixé uniformément à 5 francs, c'est un réel progrès dans les conditions de publication des ouvrages scientifiques, qui, dans certaines spécialités, coûtent encore si cher.

TABLE DES BIBLIOTHÈQUES

DIRECTEUR : Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : H. PIÉRON, agrégé de l'université.

DIRECTEURS DES BIBLIOTHÈQUES :

1. *Philosophie des Sciences.* P. PAINLEVÉ, de l'Institut, professeur à la Sorbonne.

I. SCIENCES PURES

A. Sciences mathématiques :

2. *Mathématiques* . . . J. DRACH, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

3. *Mécanique* . . . . J. DRACH, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

B. Sciences inorganiques :

4. *Physique.* . . . . . A. LEDUC, professeur adjoint de physique à la Sorbonne.

5. *Chimie physique* . . J. PERRIN, chargé de cours à la Sorbonne.

6. *Chimie* . . . . . . A. PICTET, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.

7. *Astronomie et Physique céleste* . . . . . J. MASCART, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.

8. *Météorologie*. . . . B. BRUNHES, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Clermont-Ferrand, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

9. *Minéralogie et Pétrographie*. . . . . A. LACROIX, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

10. *Géologie* . . . . . M. BOULE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

11. *Océanographie physique* . . . . . . J. RICHARD, directeur du Musée Océanographique de Monaco.

C. Sciences biologiques normatives :

12. *Biologie*	A. *Biologie générale*	M. Caullery, professeur adjoint à la Sorbonne.
	B. *Océanographie biologique*	J. Richard, directeur du Musée Océanographique de Monaco.
13. *Physique biologique*		A. Imbert, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier.
14. *Chimie biologique*		G. Bertrand, chargé de cours à la Sorbonne.
15. *Physiologie et Pathologie végétales*		L. Mangin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
16. *Physiologie*		J.-P. Langlois, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
17. *Psychologie*		E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
18. *Sociologie*		G. Richard, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

---

19. *Microbiologie et Parasitologie*		A. Calmette, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.
20. *Pathologie.*	A. *Patholog. médicale*	M. Klippel, médecin des Hôpitaux de Paris.
	B. *Neurologie*	E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
	C. *Path. chirurgicale*	L. Picqué, chirurgien des Hôpitaux de Paris.

D. Sciences biologiques descriptives :

21. *Paléontologie*		M. Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
22. *Botanique.*	A. *Généralités et phanérogames*	H. Lecomte, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
	B. *Cryptogames*	L. Mangin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

23. *Zoologie* . . . . . G. Loisel, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

24. *Anatomie et Embryologie* . . . . . . G. Loisel, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

25. *Anthropologie et Ethnographie*. . . . . G. Papillault, directeur-adjoint du Laboratoire d'Anthropologie à l'Ecole des Hautes Etudes, professeur à l'École d'Anthropologie.

26. *Economie politique* . . D. Bellet, secrétaire perpétuel de la Société d'Economie politique, professeur à l'École des Sciences politiques.

II. Sciences appliquées

A. Sciences mathématiques :

7. *Mathématiques appliquées* . . . . . M. d'Ocagne, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, répétiteur à l'École polytechnique.

28. *Mécanique appliquée et génie* . . . . . M. d'Ocagne, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, répétiteur à l'École polytechnique.

B. Sciences inorganiques :

29. *Industries physiques* . H. Chaumat, sous-directeur de l'École supérieure d'Électricité de Paris.

30. *Photographie* . . . A. Seyewetz, sous-directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon.

31. *Industries chimiques* . J. Derôme, professeur agrégé de Physique au collège Chaptal, inspecteur des Établissements classés.

32. *Géologie et minéralogie appliquées* . . . . L. Cayeux, professeur à l'Institut national agronomique, professeur de géologie à l'École des Mines.

33. *Construction*. . . . J. Pillet, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'École des Beaux-Arts.

C. Sciences biologiques :

34. *Industries biologiques* . G. Bertrand, chargé de cours à la Sorbonne.

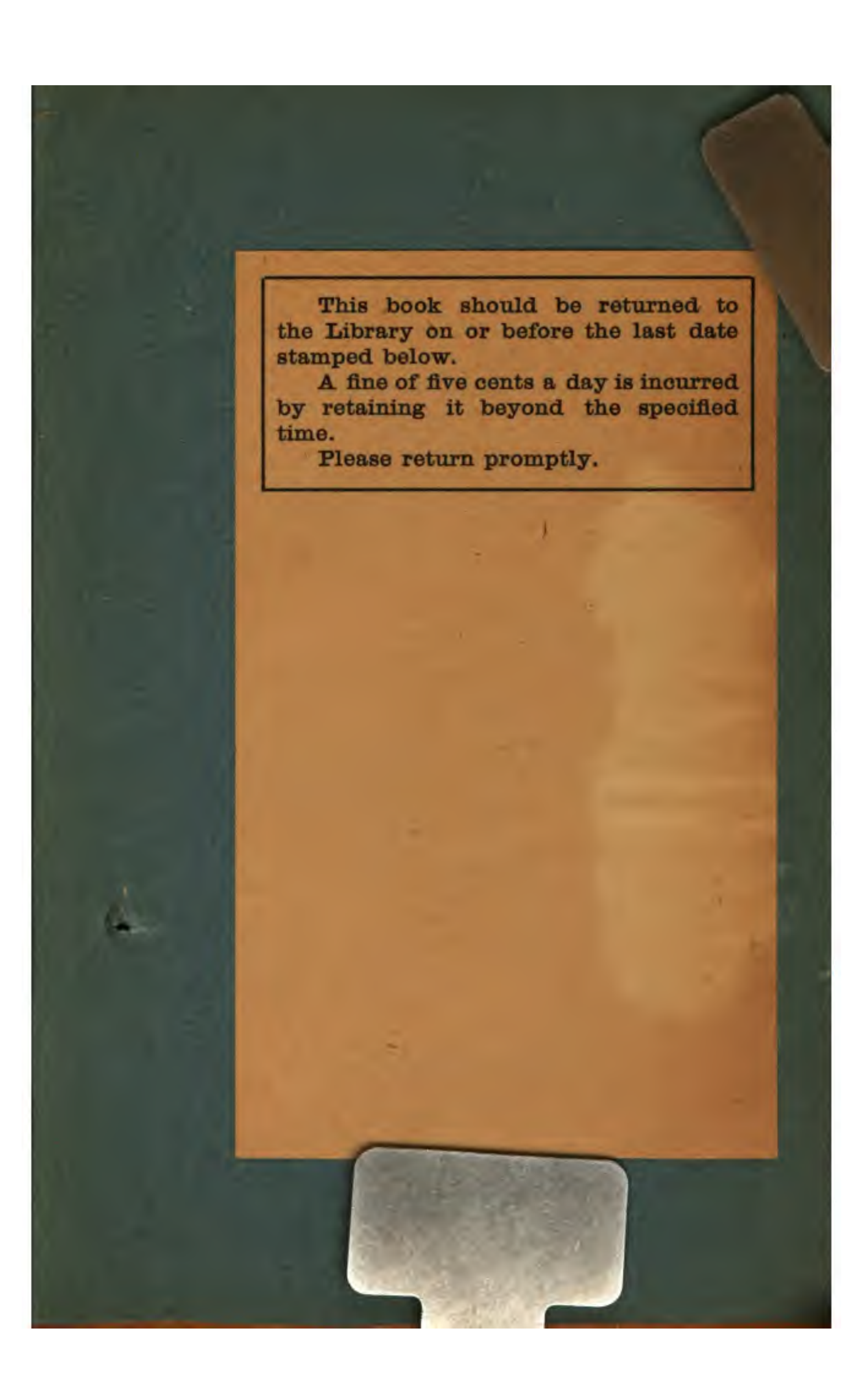
35. *Botanique appliquée et agriculture*. . . . H. Lecomte, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

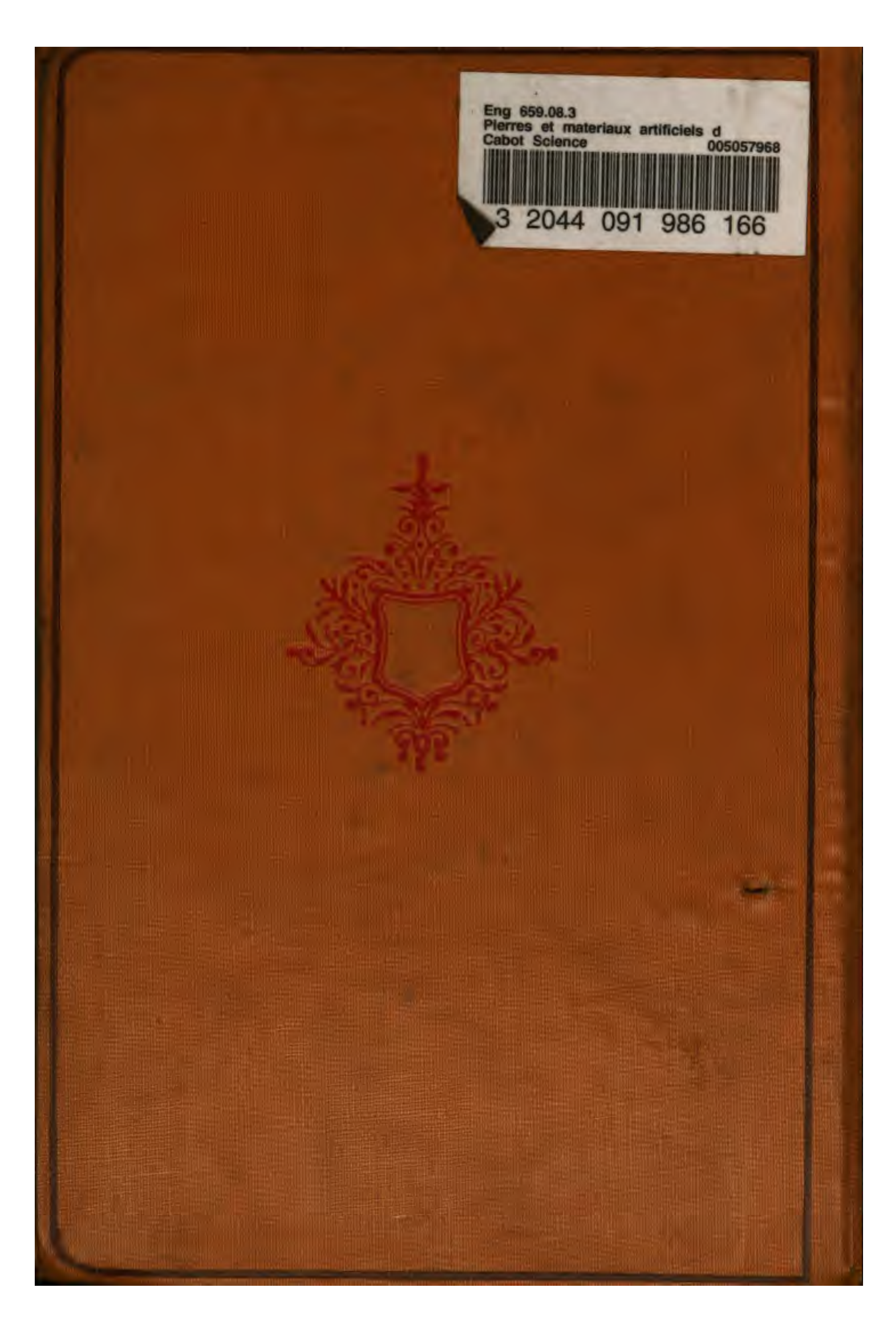
36. *Zoologie appliquée*. . R. Baron, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort.

M. Albert Maire, bibliothécaire à la Sorbonne, est chargé de l'*Index* de l'Encyclopédie scientifique.

Saint Amand (Cher) — Imprimerie Bussière.






Eng 659.08.3
Pierres et materiaux artificiels d
Cabot Science
005057968
3 2044 091 986 166